



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO
AMBIENTE

**PRODUÇÃO FAMILIAR DO CAMARÃO *Litopenaeus vannamei* (Boone,
1931): VIABILIDADE E QUALIDADE**

NATHIENE PATRÍCIA FERREIRA AMARAL ROLIM

JOÃO PESSOA – PB
2015

NATHIENE PATRÍCIA FERREIRA AMARAL ROLIM

PRODUÇÃO FAMILIAR DO CAMARÃO *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931): VIABILIDADE E QUALIDADE

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, como parte dos requisitos necessários a obtenção do grau de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente, outorgado pela Universidade Federal Paraíba.

Orientadores: Prof. Dra. Ilda Antonieta Salata Toscano e Professor Dr. Gil Dutra Furtado

JOÃO PESSOA – PB
2015

R748p Rolim, Nathiene Patrícia Ferreira Amaral.
Produção familiar do camarão *Litopenaeus vannamei*
(Boone, 1931): viabilidade e qualidade / Nathiene Patrícia
Ferreira Amaral Rolim.- João Pessoa, 2015.
86f. : il.
Orientadores: Ilda Antonieta Salata Toscano e Gil Dutra
Furtado
Dissertação (Mestrado) - UFPB/PRODEMA
1. Meio ambiente - desenvolvimento. 2. Carcinicultura.
3. *Litopenaeus vannamei*. 4. Tecnologia alternativa.

UFPB/BC

CDU: 504(043)

NATHIENE PATRÍCIA FERREIRA AMARAL ROLIM

PRODUÇÃO FAMILIAR DO CAMARÃO *Litopenaeus vannamei* (Boone,
1931): VIABILIDADE E QUALIDADE

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Ilda Antonieta Salata Toscano – DQ/CCEN/UFPB
Coordenadora da Banca Examinadora

Prof. Dra. Flávia de Oliveira Paulino – DB/CBIOTEC/UFPB
Examinadora Interna

Prof. Dr. José Marcelino Oliveira Cavaleiro - DTA/CTDR/UFPB
Examinador Externo

JOÃO PESSOA – PB
2015

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos que veem na ciência uma forma de transformação social, inclusiva e difusora do conhecimento. Este trabalho é consequência de tantos outros, cujos pesquisadores dedicaram seu tempo, esforços e expectativa em tornar a sociedade mais justa, mais adequada ao desenvolvimento humano pleno e consequentemente menos degradada pelas ações antrópicas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente à Deus, força motriz de toda vida. Agradeço à minha família, que ao longo da minha jornada contribuiu na formação da pessoa que sou hoje, em especial a minha mãe, Nadir, meu pai e irmãos.

Agradeço especialmente à minha filha, Nathália Lynn, parceira e portadora de um amor incondicional, incentivadora de todas as minhas conquistas;

Á João Ravi, que chegou para alegrar nossas vidas ainda mais, uma criança adorável;

À meu companheiro, amigo, esposo e professor Ieure, pela paciência, tolerância e apoio nos momentos de fraqueza.

Aos meus Orientadores, a professora Ilda Antonieta e o professor Gil Furtado, pela orientações, paciência e apoio ao longo desses dois anos.

À professora Cristina Crispim, que tomei como uma mãe, por seu apoio, paciência e benevolência em seus ensinamentos.

À professora Flávia Paulino, por seus infinitos conhecimentos, por sua generosidade e presteza.

Aos pescadores da Praia da Penha, em especial a Zeca que contribuiu significativamente para o cultivo, zelando e acompanhado o crescimento dos animais em estudo.

Às colegas Flávia, Fabiana e Jane Torelli pelas instruções e apoio nessa pesquisa;

À todos os técnicos de laboratórios da UFPB, em especial a Êmilly Natane, técnica do LABEA, a June Ane, Técnica do Laboratório de Química dos Alimentos e a Evaneide, técnica do Laboratório de Combustíveis, pela análises desenvolvidas;

À Tecmares pelo fornecimento das larvas dos Camarões *Litopenaeus vannamei*;

A Guaraveis pelo fornecimento das rações utilizadas nesse experimento;

Aos acadêmicos Igor, Fábio, Amanda e Ananda, aos professores e colegas que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho. Sem o auxílio destas pessoas dificilmente seria possível realizar essa pesquisa.

“Que homem é o homem que não torna o mundo melhor”

(Cruzada)

RESUMO

A carcinicultura tradicional tem sido associada a diversos impactos ambientais negativos em ecossistemas de mangues, apicuns e áreas de encostas, incluindo o lançamento de efluente, geralmente com alta carga de matéria orgânica, proveniente das rações ofertadas e dos excrementos dos camarões. Neste sentido, é imprescindível que os alimentos ofertados sejam apropriados com custos efetivos e ambientalmente sustentáveis, visto que o emprego inadequado das rações pode comprometer tanto o desenvolvimento animal como o meio ambiente. Com vistas a atender a demanda por alimentos de origem marinha, com qualidade e valor nutricional adequado, o emprego de técnicas de cultivo de camarões em tanques associadas à produção de ração orgânica pode ser uma alternativa viável para obtenção de um produto de boa qualidade, ambientalmente responsável e com valor comercial agregado. A proposta deste trabalho foi avaliar o cultivo orgânico de camarão *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) nos moldes da produção familiar, alimentados com ração orgânica, produzida a partir de resíduos de alimentos e ração industrial. Nos tanques com ração orgânica, os animais contaram ainda com a presença de perifítons como alimentação adicional. Com o objetivo de avaliar os dois tipos de cultivos, foram determinados alguns parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água e dos camarões, a bromatologia das rações, dos camarões cultivados, além da biometria dos animais. Os resultados foram confrontados entre si e com as legislações ambiental e sanitária vigentes, para avaliação do tratamento proposto e qualidade dos animais cultivados. Os dados indicaram que não houve diferença significativa entre os cultivos, no que se refere à composição nutricional e microbiológica dos animais, bem como da qualidade da água dos tanques. Portanto, pode-se entender que a ração orgânica associada à oferta regular de perifítons, é uma alternativa aceitável para substituição da ração industrial no cultivo familiar de camarões, devido ao baixo custo na produção, ausência de aditivos e conservantes, aproveitamento de resíduos gerados pela comunidade, além da possibilidade de melhoria da qualidade de vida dos pescadores, cuja atividade está cada vez mais ameaçada pelo desenvolvimento da pesca comercial.

Palavras-chave: *Litopenaeus vannamei*, carcinicultura, tecnologia alternativa.

ABSTRACT

The traditional shrimp farming has been associated with many negative environmental impacts on mangrove ecosystems, apicuns and areas of slopes, including the release of effluent, usually with high organic matter content, from the offered feed and droppings of shrimps. In this sense, it is essential that the food offered are appropriate with effective and environmentally sustainable costs, as the inappropriate use of feed can compromise both animal development and the environment. In order to meet the demand for seafood products, with quality and adequate nutritional value, employment of shrimp farming techniques in tanks associated with the production of organic food can be a viable alternative to obtain a product of good quality, environmentally responsible and with added commercial value. The purpose of this study was to evaluate the organic cultivation of shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) along the lines of family production, fed organic feed, produced from food waste and industrial feed. In tanks with organic feed, animals still were attended to perifitons as additional power. In order to evaluate the two types of crops, were determined some physicochemical and microbiological parameters of the water and shrimps, the bromatologia the feed, the farmed shrimp, plus the biometrics of animals. The results were compared with each other and with existing environmental and health laws, to evaluate the proposed treatment and quality of farmed animals. The data indicated that there was no significant difference between the crops, as regards the nutritional and microbial composition of the animal, as well as the quality of the water tanks. Therefore, one can understand that organic food associated with regular supply of perifitons, is an acceptable alternative to replacement of industrial feed the family shrimp farming due to low cost of production, absence of additives and preservatives, waste recovery generated by community and the possibility of improving the quality of life of fishermen whose activity is increasingly threatened by commercial fishing development.

Keywords: *Litopenaeus vannamei*, shrimp farming, alternative technology.

QUADRO DE ABREVIACÕES E SIGLAS

ABCC	Associação Brasileira dos Criadores de Camarão
CAGEPA	Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
DHAA	Direito Humano a Alimentação Adequada
DTA	Doenças Transmitidas por Alimentos
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
LOSAN	Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional
MAPA	Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
NACA	Central de Trabalhos da Aquicultura na Ásia-pacífico
NMP	Número Mais Provável
ONU	Organização das Nações Unidas
PIDESC	Pacto Internacional sobre Direitos Humanos, Econômicos e Culturais
PNSAN	Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional
PL	Pós-larvas
TI	Tratamento Industrial
TO	Tratamento Orgânico
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio a Micro e Pequenas Empresas
WB	Banco Mundial
WWF	Fundo Mundial para a Natureza
UFC	Unidade Formadora de Colônia

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01	Camarão <i>Litopenaeus vannamei</i>	19
FIGURA 02	Mapa do Brasil com localização do Estado da Paraíba.....	35
FIGURA 03	Vista aérea da localização da Associação de Pescadores da Praia da Penha.....	35
FIGURA 04	Associação de Pescadores da Praia da Penha.....	36
FIGURA 05	Disposição das caixas do circuito de cultivo.....	36
FIGURA 06	Circuitos de cultivo familiar de camarão.....	38
FIGURA 07	Confecção dos filtros para os circuitos.....	39
FIGURA 08	Filtros com perifíton.....	40
FIGURA 09	Elaboração da ração orgânica.....	42
FIGURA 10	Organograma da Produção da Ração Orgânica.....	43
FIGURA 11	Biometria dos animais cultivados.....	47
FIGURA 12	Comparação das concentrações de nitrato e amônia nos dois tratamentos durante o período do cultivo.....	65
FIGURA 13	Concentração de clorofila- <i>a</i> , nos dois tratamentos durante o período do cultivo.....	66
FIGURA 14	Número de Coliformes Termotolerante e Totais em amostras de água do TO e TI.....	68
FIGURA 15	Número de bactérias mesófilas em amostras de água do TO e TI	70
FIGURA 16	Número de Coliformes Totais e Termotolerantes em camarões do TO e TI, mercado local e industrializado.....	71
FIGURA 17	Número de bactérias mesófilas nos camarões dos tratamentos TO e TI, mercado local e industrializado.....	72

LISTA DE TABELAS

TABELA 01	Composição da 1° e 2° lote da ração orgânica.....	42
TABELA 02	Biometria dos camarões do TO e TI.....	48
TABELA 03	Teste para comparação de médias entre as variáveis Peso e Comprimento em TO e TI.....	48
TABELA 04	Biometria dos camarões do TO.....	49
TABELA 05	Teste unilateral de Wilcoxon para as variáveis Peso e Comprimento do Tratamento Orgânico.....	49
TABELA 06	Dados bromatológicos das rações industrial e orgânica.....	50
TABELA 07	Composição nutricional dos camarões.....	55
TABELA 08	Resultados médios das análises físicas e químicas da água dos tanques TO e TI	57

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	17
2.1	Geral	17
2.2	Específicos	17
3.	REVISÃO DA LITERATURA	18
3.1	Características biológicas dos camarões <i>Litopenaeus vannamei</i>	18
3.2	Carcinicultura e o Manguezal	19
3.3	Carcinicultura Sustentável	23
3.4	Tecnologias Alternativas de Cultivo	25
3.5	Segurança Alimentar e Nutricional na Carcinicultura Brasileira	29
4.	MATERIAIS E MÉTODOS	35
4.1	Local e instalações experimentais	36
4.2	Obtenção e manutenção dos animais	37
4.3	Confecção dos filtros	39
4.4	Produção da ração orgânica	40
4.5	Biometria	44
4.6	Análises físicas-químicas da água dos tanques de cultivo	44
	Oxigênio dissolvido (OD), temperatura, salinidade e pH	44
	Demanda Química de Oxigênio (DQO)	44
	Clorofila-a	44
	Nutrientes (Amônia, Nitrato Nitrito e Fosfato)	45
4.7	Avaliação dos parâmetros microbiológicos da água dos tanques de cultivo e dos camarões	45
4.8	Análises bromatológicas das rações e dos camarões	46
4.9	Avaliação Estatística	46
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5.1	Biometria	47
5.2	Análises bromatológicas das rações	50
5.3	Análises bromatológicas dos camarões	54

5.4	Análises físicas, químicas e microbiológicas da água dos tanques de cultivo -----	56
	pH -----	57
	Oxigênio dissolvido (OD) -----	58
	Salinidade -----	58
	Temperatura -----	60
	Fósforo (fosfatos) -----	60
	Amônia -----	62
	Nitrato e Nitrito-----	64
	Clorofila- <i>a</i> -----	66
	Análises microbiológicas da água -----	68
	Análises microbiológicas dos camarões -----	71
6.	CONCLUSÕES -----	75
	REFERÊNCIAS DE PESQUISA	
	APÊNDICES	

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e a elevada necessidade de obter maiores quantidades de alimentos de origem marinha têm incentivado o desenvolvimento tecnológico para potencializar a produção na aquicultura. Dentre os meios de produção existentes, podemos destacar a carcinicultura, como uma das atividades da aquicultura que mais cresce no Brasil, principalmente na região Nordeste. A expansão dessa atividade pode ser justificada pelo alto valor do produto, tanto no mercado interno, como no externo, incentivo de bancos públicos, bem como à disponibilidade de terras “baratas” para a instalação de fazendas de cultivo (DIAS, 2012).

No Brasil, o camarão mais cultivado nos moldes da carcinicultura é o da espécie exótica *L. vannamei* que demonstrou alta capacidade de adaptação aos ecossistemas, clima e temperatura obtendo índices de produtividade e rentabilidade superiores aos das espécies nativas (SEBRAE, 2008).

As formas de cultivos de animais aquáticos, especificamente a carcinicultura se instalam, preferencialmente, próximos aos cursos d’água como estuários, mares e rios. Tal proximidade contribuiu para a ocorrência de sérios impactos ambientais, como a deposição de resíduos oriundos dessa atividade, provocando sérias alterações nos ecossistemas aquáticos. Nessa perspectiva, a expansão da carcinicultura tem causado grande preocupação por parte dos órgãos ambientais sejam pelos impactos negativos da atividade causados durante sua instalação, geralmente nos ecossistemas manguezais, seja pela frágil legislação específica que garanta os benefícios dessa atividade, sem degradar o meio ambiente (FIGUEIRÊDO, 2006).

Segundo o Relatório “*Princípios Internacionais para a Carcinicultura Responsável*”, do Programa de Consórcio iniciado em 1999, constituído pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), pela Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific (NACA), pelo Banco Mundial (WB) e pelo World Wildlife Foundation (WWF), a atividade envolve sérios impactos ambientais que devem ser acompanhados. Os principais impactos ambientais negativos incluem as consequências ecológicas significativas, como a conversão de ecossistemas naturais, tais como manguezais que são ocupados para a construção de viveiros de camarão. Tais efeitos vão desde a salinização de lençóis freáticos e de terras agriculturáveis, a utilização

de peixes como fonte proteica em rações de camarão, a poluição de águas costeiras devido ao lançamento dos efluentes sem tratamento nos viveiros, aspectos relacionado a perda da biodiversidade nas áreas de mangues relacionados à coleta de reprodutores e de pós-larvas no ambiente, e conflitos sociais em algumas áreas costeiras (FAO, 2006).

A criação de camarões marinhos foi a que mais se expandiu nos últimos anos 20 anos (LACERDA *et al.*, 2006; SEBRAE, 2008). Parte deste cultivo ocorre em viveiros sob os sistemas intensivo, semi-intensivo e extensivo que visam obter maiores índices de produtividade por meio da combinação de técnicas que permite a cultivo em alta intensidade com a oferta direta de alimentos aos animais.

A instalação dos viveiros em áreas próximas ao ecossistema manguezal, principalmente, nos Estados da região Nordeste do país, tem sido apontada como a principal causa dos impactos que vem afetando negativamente este ecossistema (FIGUERÊDO, 2006). No segundo momento, o descarte dos efluentes dos viveiros contendo altas cargas de matéria orgânica e de metabissulfito de sódio, utilizado com a finalidade de evitar o aparecimento de pontos pretos nos camarões (black spot ou melanose), nos corpos d'água próximos as fazendas de camarão podem levar à eutrofização artificial contribuindo para a quebra da estabilidade no ecossistema (LEITÃO *et al.*, 2011; GÓES, *et al.* 2006; FERREIRA, 2009).

No intuito de expandir a atividade e obter maiores rendimentos são fornecidas rações alimentares, para os camarões marinhos, de modo que sejam disponibilizados os nutrientes necessários para o crescimento e desenvolvimento, com peso adequado e em tempo hábil, para realização da despesca. Todavia, o fornecimento das rações comerciais de baixa qualidade tem levantado alguns questionamentos sobre a contaminação dos animais que pode ocorrer devido ao uso de ingredientes de baixa qualidade na formulação dessas rações, constituindo fontes potenciais de contaminação. Como por exemplo, as farinhas de peixes de baixa qualidade, que são um dos principais ingredientes das rações industriais (KASPER, 2007; COUTINHO, 2008; ALVES-COSTA e COSTA, 2004). Embora seja um importante vetor de contaminação dos animais, cultivados nos moldes da cadeia produtiva, o controle na qualidade de água e o uso de rações de boa qualidade, podem garantir a qualidade do produto final.

Neste sentido, é imprescindível que as rações disponibilizadas possuam não apenas dietas eficientes, mas custos efetivos e ambientalmente sustentáveis, visto que o

emprego inadequado das rações pode comprometer tanto o desenvolvimento animal como o meio ambiente (FURTADO, *et al*, 2010).

Com vistas a atender a demanda por alimentos de origem marinha, com a qualidade e valor nutricional adequado, a carcinicultura vem desenvolvendo várias tecnologias para potencializar a produção, por meio da redução dos custos e dos impactos ambientais da atividade. O cultivo destes animais em tanques de polipropileno, com emprego da técnica dos bioflocos, com adição de probióticos, com ou sem renovação de água, são alguns exemplos de tecnologias alternativas que objetivam o desenvolvimento sustentável do segmento (FIGUERÊDO, 2006). Para tanto é de grande importância o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis para o setor, de modo que não prejudique os animais, não gerem efluentes prejudiciais ao meio ambiente e constitua uma atividade geradora de renda para os pescadores e comunidades pesqueiras que geralmente são excluídas do desenvolvimento econômico da atividade.

Nesta perspectiva, há necessidade de se realizar um maior controle sobre a produção do camarão, para reduzir não apenas os impactos ambientais, mas também os sociais. Não menos importante, é o controle da composição e da qualidade das rações fornecidas, de modo que estejam isentas de contaminantes a fim de se reduzir os riscos potenciais à saúde humana e ambiental, uma vez que a crescente expansão dessa atividade contribui para alteração do meio ambiente não apenas nas fases iniciais de instalação da carcinicultura, mas também durante toda sua operacionalização.

O presente estudo visa avaliar o cultivo dos camarões orgânicos nos moldes da agricultura familiar, bem como sua viabilidade e qualidade do produto final, apontando ainda os benefícios da utilização desta tecnologia para a redução dos impactos ambientais específicos da carcinicultura, e dos sociais através da promoção ao acesso e distribuição de renda entre os pescadores.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar o cultivo orgânico dos camarões *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) nos moldes da produção familiar.

2.2 Específicos

- Comparar o cultivo dos camarões marinhos alimentados com ração orgânica e ração industrial;
- Analisar a composição da ração orgânica, fornecida aos camarões, comparando-a com a industrial;
- Confrontar a composição nutricional e a qualidade microbiológica dos camarões cultivados com outros camarões comercializados na região;
- Avaliar a viabilidade da produção de camarões marinhos em sistema alternativo de cultivo.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Características biológicas dos camarões *Litopenaeus vannamei*

O *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), também conhecido como *Penaeus vannamei*, e popularmente como camarão cinza ou camarão branco do pacífico é o peneídeo mais produzido no Brasil (FURTADO, *et al*, 2010). Estes animais são crustáceos meroplancônicos, do grupo *Arthropoda*, da ordem *Decapoda* e da subordem *Dendrobranchiata*, originários do Oceano Pacífico, da região do Peru ao México, com predominância na área costeira do Equador (MAGALHAES, 2004; SILVA, 2009).

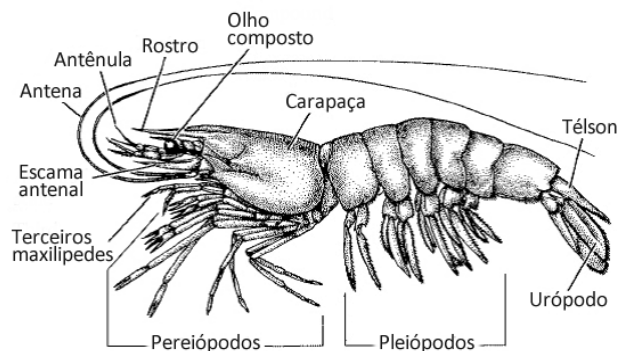
O acasalamento e desova em ambientes abertos, geralmente acontecem em zonas profundas. Com uma fecundação externa, estes animais se acasalam e fecundam os ovos no período noturno, provavelmente como um mecanismo de defesa contra os predadores. Com a postura dos ovos, as fêmeas nadam rapidamente, conduzindo a água para passar pelos pleópodos, facilitando o contato entre os espermatozoides e os óvulos. Após a desova, e consequente fecundação, em ambiente marinho o *L. vannamei*, inicia a primeira fase larval com a eclosão das larvas, variando o estágio de náuplios, zoéa e misis. Após a eclosão, as pós-larvas migram para regiões próximas às costas, penetrando em ambientes estuarinos e/ou lagunares e transportados por correntes marinhas. Nestes locais, normalmente encontram condições favoráveis ao seu desenvolvimento, tais como temperatura, salinidade, proteção contra predadores e disponibilidade de alimento (MAGALHÃES, 2004; SOBRINHO, 2011; THURMAN, 1997; TURNER, 1977).

Com o fim da fase larval, os camarões são considerados pós-larvas (PL) e possuem todos os apêndices encontrados no camarão adulto (Figura 1). Na fase larval os camarões são denominados de planctônicos, sendo conduzidos pelas correntes marinhas até os ambientes de manguezais e lagunares. Após atingir a fase Pós Larva, passam a ser bentônicos, vivendo no fundo do mar e de corpos hídricos, em contato com o substrato, alimentando-se da matéria orgânica em decomposição, além de fito e zooplânctons (CAPISTRANO SOBRINHO, 2011).

As espécies juvenis, geralmente, crescem nas zonas costeiras, como manguezais, lagoas e baías onde encontram abrigo e alimentos em abundância. Após alcançar a maturidade sexual, os indivíduos adultos migram para o alto mar onde iniciam sua

reprodução, não retornando para as zonas costeiras (CAPISTRANO SOBRINHO, 2011; BARABIERI JÚNIOR; OSTRENSKY, 2001).

Figura 1 - Camarão *Litopenaeus vannamei*
Fonte: <http://www.geefaa.com/crustaceos.php>



O camarão *Litopenaeus vannamei* é uma das espécies exóticas mais cultivadas no Brasil, pela fácil adaptação ao clima tropical, especialmente no nordeste brasileiro. Isto é devido às temperaturas que variam em torno de 22 ° C a 30 ° C, à relativa estabilidade climática, à ampla disposição de terras às margens do litoral, à boa qualidade da água e disponibilidade de mão-de-obra barata. Esses fatores constituem excelentes condições para o desenvolvimento da atividade (SILVA, 2009).

Outro aspecto relevante para sua disseminação no país é a taxa de crescimento rápido em todas as fases de desenvolvimento, podendo chegar até 23 cm de comprimento. Silva (2009) aponta ainda a redução dos estoques pesqueiros naturais, a capacidade de se reproduzir em águas oligosalinas e salobras, o sabor agradável, além do excelente valor nutricional e de mercado, como importantes condicionantes para a crescente demanda externa em busca do produto.

3.2 Carcinicultura e o Manguezal

O ambiente aquático sempre foi fornecedor de muitos recursos alimentares ao homem, além de ser um importante no desenvolvimento das civilizações que se instalaram próximo a este recurso natural. Segundo Boaventura *et al.* (2011) e Nogueira *et al* (2009), as regiões costeiras favorecem a implantação e o desenvolvimento de atividades humanas em suas proximidades, onde há instalação de complexos industriais

e portuários, além da expansão de atividades ligadas ao turismo, bem como a expansão urbana.

A presença humana próxima aos ecossistemas aquáticos tem sido responsável pela ocorrência de impactos ambientais causados, especialmente, aos manguezais, apicuns e às áreas de encostas, devido a sua vulnerabilidade à ação antrópica. Estes ecossistemas foram historicamente ocupados por aliarem disponibilidade de água doce, riqueza e produtividade dos ambientes costeiros à facilidade de transporte e comunicação. Os manguezais recebem grande parte dos insumos da agricultura e pecuária, sofrem com desmatamento, com a instalação de viveiros da carcinicultura, com os rejeitos industriais, com os resíduos e efluentes urbanos lançados, em muitos casos indiscriminadamente nos corpos d'água (BOAVENTURA *et al.*, 2011).

Dentre as inúmeras atividades humanas realizadas nestes locais podemos destacar a atividade de carcinicultura como um dos mais impactantes no ecossistema de manguezal. Inicialmente, pela vasta área desmatada para sua instalação e, posteriormente pela interferência principalmente no equilíbrio biodinâmico dos ecossistemas aquáticos e na manutenção da vida de inúmeras espécies características destes locais. A operação dessa atividade de forma desordenada contribui na alteração da quantidade e qualidade da água nos estuários, dunas e falésias, interferindo na diversidade biológica dos manguezais e da mata ciliar, reduzindo o habitat de numerosas espécies e, de forma contínua a disponibilidade de sedimentos ao longo da linha de praia (MEIRELES, *et al.* 2006; UBIRATAN DE FREITAS, *et al.*, 2008).

O manguezal constitui um ecossistema costeiro de transição, uma zona úmida entre os ambientes terrestre e marinho, característico de áreas tropicais e subtropicais com influência fluviomarinha, típica de solos limosos de regiões estuarinas. (BRASIL, 2012). Este ecossistema abriga regiões costeiras como estuários, baías e lagunas, diretamente expostos à linha da costa. Com uma predominância de espécies vegetais típicas, às quais se associam outros componentes vegetais e animais, constitui condições ideais para alimentação, proteção e reprodução para muitas espécies animais, sendo considerado também importante transformador de nutrientes em matéria orgânica e gerador de bens e serviços. Embora possuam características bastante comuns, o manguezal brasileiro apresenta características estruturais bastante distintas ao longo da costa brasileira, com

variação no relevo, no tipo de solo, na cobertura vegetal, na temperatura média anual, na evapotranspiração potencial e na amplitude de marés (SILVA, *et al.* 2005).

Inserido neste ecossistema, está o estuário, definido como sistema costeiro com áreas parcialmente fechadas. Esse ecossistema constitui uma área de confluência; onde há a mistura da água doce dos rios à água salgada do mar, formando uma massa de água salobra. Neste local, ocorre a assimilação pelo fitoplâncton, da grande quantidade de nutrientes transportada pelos rios, favorecendo o desenvolvimento de grande biomassa de zooplâncton, ideal para a manutenção da cadeia alimentar nativa. Estas características justificam a escolha desses locais para reprodução e alimentação de animais aquáticos.

Embora o novo Código Florestal, instituído pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, considere os manguezais como áreas de proteção permanente e a Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981 que institui a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) assegure a proteção e preservação desse ecossistema, e o Decreto Federal nº 89.336 de 31 de janeiro de 1984 estabeleça esses locais como áreas de proteção permanente, ele vem sofrendo sérios impactos ambientais decorrentes de diversas ações antrópicas, dentre as quais a carcinicultura devido ao sua capacidade transformadora do meio, especialmente no período de instalação (BRASIL, 2012; BRASIL, 1981 e BRASIL, 1984).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), por meio da Resolução nº 004 de 18 de setembro de 1985, põe os manguezais como reserva ecológica, em virtude das características peculiares desse ecossistema. Estes ambientes possuem vegetações típicas, com áreas de grande valor paisagístico, instituindo um habitat para inúmeras espécies da fauna aquática e terrestre. Funcionam também como estabilizadores dos sedimentos costeiros, contribuindo para as condições climáticas litorâneas, bem como desempenham o papel de exportador de matéria orgânica para estuário e, conseqüentemente, para a produtividade primária da zona costeira (BRASIL, 1985).

Embora a legislação ambiental proteja esses locais, diversas atividades humanas são desempenhadas nas áreas do entorno de manguezais e dos estuários, dentre elas a carcinicultura. A expansão dessa atividade tem causado grande preocupação por parte dos órgãos ambientais e sociedade civil, seja pelos impactos ambientais causados, geralmente nos ecossistemas manguezais durante as fases de instalação e operação, seja pela frágil legislação ambiental específica que discipline e garanta os benefícios dessa atividade, sem degradar o meio ambiente (FIGUEIRÊDO, 2006).

Por apresentar tais características peculiares, o manguezal é um ecossistema propício ao desenvolvimento de atividades como a carcinicultura por dispor de terras e água em quantidades suficientes para o manejo da atividade. Meireles *et al.* (2006) relacionam as características desse ecossistema e sua vulnerabilidade aos impactos causados pela carcinicultura, sejam nas fases de instalação, ou na fase de operação:

[...] desmatamento de manguezal, da mata ciliar e do carnaubal; extinção de setores de apicum; soterramento de gamboas e canais de maré; bloqueio do fluxo das marés; contaminação da água por efluentes dos viveiros e das fazendas de larva e pós-larva; salinização do aquífero; impermeabilização do solo associado ao ecossistema manguezal, ao carnaubal e à mata ciliar; erosão dos taludes, dos diques e dos canais de abastecimento e de deságüe; empreendimentos sem bacias de sedimentação; fuga de camarão exótico para ambientes fluviais e fluviomarinhos; redução e extinção de habitats de numerosas espécies, extinção de áreas de mariscagem, pesca e captura de caranguejos, disseminação de doenças (crustáceos), [...] (MEIRELES, 2006).

Outro impacto perceptível nesse ecossistema está relacionado com a qualidade da água, uma vez que, em muitos casos, há lançamento no estuário, dos efluentes oriundos das fazendas de camarão, sem nenhum tipo de tratamento prévio. Este tipo de conduta é um agravante da qualidade da água, nesses locais, pela alta carga de matéria orgânica que compromete a estabilidade hidrobiológica do corpo hídrico e a vida das espécies animais e vegetais presentes (BOYD, 2003; UBIRATAN DE FREITAS, *et al.* 2008). Dentre os contaminantes, mais comumente lançados pela carcinicultura, pode-se destacar o aditivo químico denominado metabisulfito de sódio, cuja utilização tem início com a atividade de despesca. Nesta etapa ocorre a coleta dos camarões nos viveiros através da abertura das comportas, cujas telas de nylon e madeira são utilizadas para reter os animais, evitando assim que os camarões passem juntamente com a água represada durante todo o cultivo, para os canais secundários ou braços de rio que circundam os viveiros (NOGUEIRA *et al.*, 2009).

Resolução CONAMA n 312 e nº 357, de 17 de março de 2005 constituem importantes instrumentos legais para o enquadramento sócio ambiental da carcinicultura. No intuito de reduzir os efeitos sobre o ecossistema de mangue, o CONAMA publicou a Resolução nº 312/2002, que disciplina os procedimentos para o Licenciamento Ambiental dos empreendimentos da carcinicultura na zona costeira, destacando a necessidade da

atividade não alterar a qualidade do corpo hídrico receptor, através da realização das análises dos parâmetros físico-químicos e hidrobiológicos. Ela exige ainda que as fazendas de cultivo de camarão disponham de bacia de sedimentação ou decantação, além de sistema de recirculação de água para o tratamento dos efluentes produzidos, antes de serem descartados nos estuários. A Resolução 357/2005, também deste conselho, dispõe sobre o enquadramento das águas e seus usos. Ela estabelece a que os efluentes de qualquer fonte poluidora, inclusive a carcinicultura somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências legais, além das estabelecidas pelos órgãos ambientais responsáveis pelo licenciamento da atividade (BRASIL, 2002; BRASIL, 2005).

3.3 Carcinicultura Sustentável

Dentre as tecnologias atualmente empregadas no cultivo de camarões marinhos, o sistema tradicional, cujos tanques são escavados em terra, geralmente em áreas de manguezais, é o mais utilizado entre os produtores. Ele é alvo de sérias críticas, devidos aos impactos ambientais causados, geralmente nos ecossistemas de manguezais e apicuns. Tais impactos, já descritos anteriormente apontam a necessidade de se intensificar o desenvolvimento de pesquisas tecnológicas que aliem a alta produtividade com baixos custos e reduzidos impactos ambientais.

Desta forma é imprescindível o investimento em tecnologias voltadas para a carcinicultura sustentável, otimizando toda a cadeia produtiva desde a instalação até o momento da despesca. Assim, espera-se a mitigação dos riscos à saúde dos consumidores, dos danos ao meio ambiente, e não menos importante que propicie o desenvolvimento econômico local e socialmente responsável. A busca por atividades econômicas responsáveis cresce na mesma proporção que a preocupação com o meio ambiente e os impactos sociais decorrentes das ações antrópicas. A utilização dos recursos naturais sem a gestão adequada causa danos não só aos indivíduos, geograficamente, próximos às atividades humanas, mas a todos que veem à indisponibilidade dos recursos naturais no futuro.

Desta forma, a carcinicultura deve empregar os diversos recursos disponíveis, não apenas tecnológicos, mas das ciências de um modo geral para ofertar alimentos

produzidos com garantias de qualidade nutricional, sanitária e ambientalmente responsáveis. A inegável importância do setor, no desenvolvimento econômico do país, pode ser justificada pela elevada produção que alcançou o patamar de 69,571 toneladas de camarões em 2011, com uma produtividade média de 3,505 Kg/ha/ano. Essa atividade encontra-se majoritariamente na Região Nordeste com mais de 99% da produção nacional. Isso pode ser justificado em parte pela disponibilidade de recursos naturais favoráveis e atrativos para a atividade, além da presença dos empreendimentos da cadeia produtiva do camarão como laboratórios e indústria produtora de rações e insumos (ABCC, 2013).

Valenti (2012) aponta que para alcançar a sustentabilidade é imprescindível compreender as diferentes dimensões que a envolvem. Ela possui intrínseca relação no âmbito econômico, ambiental, social e de governança, sendo indispensável sua articulação nos projetos e políticas públicas desenvolvidas para o setor. Para o sucesso desta atividade é necessário atuar em cada dimensão com políticas e projetos que almejem e respeitem a capacidade de resiliência do meio ambiente, a equidade social, étnica, de gênero e o emprego de tecnologias que harmonize o modo de produção com a cultura local. Assim é imperativo o gerenciamento adequado dos recursos naturais, financeiros, tecnológicos e institucionais que envolvem o setor, de modo a garantir a contínua satisfação das necessidades humanas para as gerações presentes e futuras.

Em seu estudo, Rodrigues (2013) destaca que a atividade da carcinicultura encontra-se consolidada nos moldes do agronegócio, tanto no cenário brasileiro como mundial. Todavia o seu funcionamento e desenvolvimento necessitam de mais investimentos do setor em pesquisas, contribuindo na redução dos custos de produção, e facilitando maior acesso da população, especialmente a de menor renda, aos camarões que é uma importante fonte de proteína animal.

Para tanto, o setor deve buscar por novas tecnologias que potencializem a produção de camarão com estudos de médio e longo prazos realizados por pesquisadores independentes e em equipes multidisciplinares. Tais estudos devem avaliar os efeitos dessas tecnologias com o meio ambiente, e seus efeitos socioeconômicos nas áreas de cultivo. Elas devem propor soluções viáveis para os passivos ambientais gerados pela carcinicultura, reduzindo seus impactos ambientais negativos. Dentre os quais, podemos destacar o tratamento adequado dos efluentes, o cumprimento da legislação ambiental,

trabalhista e sanitária em vigor, de modo que esta atividade adquira a sustentabilidade que o setor da aquicultura almeja (XIMENES, *et al* 2011).

Atualmente várias técnicas são empregadas na carcinicultura, incluindo viveiros escavados em terra, tanques de cimentos, gaiolas flutuantes ou fixas que apresentam certos aspectos ambientais negativos que contribuem para o agravamento da qualidade ambiental dos ecossistemas, nos quais estejam instalados. As técnicas de cultivo podem ser diferenciadas conforme o alimento fornecido (rações industrializadas, alimentos naturais presentes nos corpos hídricos ou a combinação de ambos) e a pela frequência da renovação de água do cultivo (SOBRINHO, 2011). Todavia o emprego destas técnicas tem levantado uma série de questionamentos, principalmente pelos danos ao meio ambiente causados durante a instalação e operacionalização da carcinicultura, reforçando assim a necessidade do emprego de tecnologias alternativas para o cultivo de camarões, bem como a manutenção sustentável desta atividade.

3.4 Tecnologias alternativas no cultivo de camarões

O emprego de tecnologias alternativas para o cultivo sustentável do camarão abrange o acompanhamento de uma série de critérios indispensáveis para sua eficiência. Dentre estes critérios destacam-se o uso adequado da água, do solo, a localização da fazenda, o gerenciamento sanitário, a qualidade dos alimentos fornecidos aos animais, a segurança alimentar após a despesa, a gestão dos recursos humanos, a responsabilidade social, os impactos ambientais da atividade, dentre outros (FAO, 2006).

O relatório *Princípios Internacionais para a Carcinicultura Responsável*, constituído pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), pela Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific (NACA), pelo Banco Mundial (WB) e pelo World Wildlife Foundation (WWF), aponta os princípios internacionais que norteiam os aspectos técnicos, ambientais, sociais e econômicos associados à carcinicultura a serem desenvolvidos pela indústria do setor e pelo governo de cada país, de modo a efetivar a sustentabilidade da carcinicultura em nível nacional, regional e global (FAO, 2006).

Dentre os princípios apontados pelo Relatório, podemos destacar o 6^a e 7^a, que versam sobre o gerenciamento sanitário e a segurança alimentar, por exemplo. Segundo estes princípios o gerenciamento sanitário deve ser adotado pelas fazendas de camarões, a fim de reduzir o estresse dos animais e assim minimizar os riscos de doenças que afetam tanto os animais cultivados como os selvagens. Estes procedimentos visam aumentar a segurança do alimento, uma vez que não necessitará da utilização de produtos veterinários e antibióticos para tratamentos das patologias nos animais. No princípio que trata da segurança do alimento, o relatório recomenda o cumprimento de medidas sanitárias indispensáveis a segurança do alimento e a qualidade de produtos à base de camarão, de modo que haja a redução dos riscos ao meio ambiente e à saúde humana, especialmente ao uso de produtos químicos ou de aditivos alimentares indesejáveis ou prejudiciais no cultivo dos animais (FAO, 2006).

Dentre as tecnologias em desenvolvimento destaca-se o cultivo de camarões em sistemas de “bioflocos” ou sistemas de cultivo intensivos sem renovação de água, como uma das mais promissoras. Tal técnica consiste na manutenção de camarões em tanques ou em viveiros alimentados com aplicações de melaço e/ou dextrose como fonte de carbono sem a necessidade de renovação de água. A presença de compostos bacterianos no circuito contribui para degradar os subprodutos do metabolismo dos camarões, reduzindo assim os riscos de doenças prejudiciais aos animais, bem como a saúde humana e ambiental. Nesse sistema de cultivo as bactérias têm um papel crucial. Elas agem na degradação da matéria orgânica proveniente da alimentação ofertada, utilizando a amônia decorrente dos processos metabólicos dos camarões cultivados, reduzindo assim os níveis das substâncias que interferem no crescimento animal (IUNES, 2013). Essa tecnologia garante um sistema de cultivo sustentável e ambientalmente correto, uma vez que minimizam os impactos ambientais resultantes da liberação de efluentes ricos em nutrientes e matéria orgânica, bem como, minimizando o uso de água necessário para o cultivo (KRUMMENAUER, 2012).

Essa técnica vem ganhando adeptos, por utilizar os espaços físicos disponíveis, inclusive fora das áreas historicamente ocupadas pela atividade. A possibilidade de cultivar camarão fora desses ambientes favorece a gestão dos recursos naturais, uma vez que reduz o consumo de água, a geração de efluentes, favorece a geração de emprego e renda para grupos tradicionais socialmente excluídos das áreas atualmente ocupadas pelas fazendas de camarão.

Outra tecnologia difundida no segmento é o cultivo de camarões marinhos em gaiolas instaladas em viveiros em sistema extensivo, semi-intensivo e intensivo, variando conforme o suporte de nutrientes, densidade de estocagem dos espécimes e controle de qualidade de água. Essa técnica de utilizar as gaiolas, é empregada com mais frequência em produções comerciais de pequena escala, proporcionando menores volumes totais de produção quando comparado ao sistema tradicional. A utilização das gaiolas pode auxiliar no cultivo dos camarões, visto que essas estruturas podem ser inseridas em diferentes sistemas de cultivos, especialmente no extensivo onde os animais podem ser cultivados em corpos d'água cuja alimentação é proveniente do suprimento endógeno de organismos vivos naturalmente ou de matéria orgânica em decomposição disponível no corpo d'água que circula nos viveiros (MAGALHÃES, 2013).

Assim várias tecnologias de cultivo visam reduzir os impactos dessa atividade, especialmente quanto a emissão de efluentes que constitui uma das importantes fontes de contaminação ambiental (LEITÃO, 2011; PINHEIRO, *et al.*, 2007; OSTRENSKY, *et al.* 2008). Desta forma, veem sendo desenvolvidas novas técnicas voltadas para cultivos intensivos ou superintensivos sem renovação de água, cujo objetivo é potencializar sua produção, reduzir os custos, principalmente com as rações. Nessa modalidade de cultivo há um maior aproveitamento dos alimentos ofertados, com redução do risco de doenças, além de contribuir na qualidade e absorção dos nutrientes consumidos pelos animais, devido ao desenvolvimento de compostos bacterianos e perifídicos que se formam nos viveiros (XIMENES, *et. al.* 2011).

Boyd (2003) elenca os critérios a serem cumpridos para a gestão eficiente dos efluentes da aquicultura, a fim de melhorar a qualidade e reduzir o volume destes nos viveiros. Tais métodos de gestão visam colocar a atividade no patamar ambientalmente responsável com o atendimento de mecanismos que visam diminuir a carga de nutrientes nos efluentes que dentre outros impactos negativos contribuem para a eutrofização dos corpos hídricos receptores.

Neste sentido e no intuito de reduzir os impactos decorrentes das altas descargas de matéria orgânica provenientes das fazendas, autores como Leitão *et al.* (2011) e Miranda *et al.* (2007), apontam a racionalização, a reutilização e reciclagem da água como uma estratégia eficiente e indispensável a sustentabilidade da atividade da carcinicultura nos atuais modos de produção.

Audelo-Naranjo *et al.* (2012), em seu estudo, apontou o cultivo de camarão *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) com zero de troca de água e sem adição de alimentos, como uma modalidade de cultivo eficiente, pois favorece a redução de matéria orgânica nos efluentes, contribuindo assim para a manutenção da qualidade da água dentro dos viveiros e no estuário, reduzindo ainda as concentrações de nitrogênio, material dissolvido e nutrientes presentes na água e nos sedimentos.

A introdução de métodos de reciclagem e reuso da água nas atividades produtivas reduz em até 90% os nutrientes e o material em suspensão na descarga final. Em pesquisa realizada por Miranda *et al.* (2007), foi possível avaliar a eficiência do cultivo de melão obtido com águas de despesca e do rio Jaguaribe, no Ceará (corpo hídrico que recebe os efluentes da carcinicultura, dentre outras atividades). Os resultados da pesquisa indicam que as atividades de produção de camarão e a agricultura irrigada com efluentes dessa atividade podem ser combinadas para aumento da rentabilidade dos produtores e diminuição dos impactos ambientais causados pelas altas descargas de matéria orgânica.

De modo semelhante Sevilla *et al.* (2004) avaliaram o cultivo de camarões *Litopenaeus vannamei* em tanques, em sistema fechado com volume de água reduzido e mantido em recirculação. A água do cultivo era submetida à filtração por um filtro mecânico, outro biológico e radiação ultravioleta. Eles constataram que, embora não houvesse renovação de água nos tanques, os animais cresceram satisfatoriamente, sem a manifestação de doenças características, além da redução nos teores de amônia, fósforo e outros substratos decorrentes do metabolismo dos camarões. As reduções destas substâncias foram atribuídas à eficiência dos filtros associados ao cultivo.

Outra tecnologia, ainda em pesquisa como a que se objetiva neste estudo, consiste na recirculação total da água por meio de biofiltros constituídos por pedras marinhas dispostas em camadas cuja função é filtrar a água. Estes biofiltros quando associados às estruturas biológicas como o perifíton, (comunidade de microrganismos como algas, bactérias, fungos e zooplâncton) contribuem para a filtração da água. Esta técnica pode contribuir na diminuição dos teores de amônia e nitrito decorrente das fezes e dos resíduos de alimentos ofertados aos animais, cujos níveis elevados podem levar à redução do crescimento e da sobrevivência dos animais. A utilização de técnicas de cultivos associadas à alimentação natural, pode contribuir para obtenção de um produto com melhor valor nutricional, ambientalmente responsável e com valor comercial agregado.

Em pesquisa desenvolvida por Henry-Silva e Camargo (2008), a utilização das macrófitas aquáticas *Eichhornia crassipes* e *Pistia stratiotes* no tratamento de efluentes gerados por um viveiro de manutenção de reprodutores de camarões-canela (*Macrobrachium amazonicum*) apresentaram eficiência na remoção de nutrientes como nitrogênio, fósforo e na turbidez dos efluentes.

3.5 Segurança alimentar e nutricional no cultivo de camarões

Segurança alimentar e nutricional constituem o direito humano fundamental inerente à dignidade da pessoa humana e indispensável à concretização dos direitos consagrados em nossa Constituição Cidadã. A população deve ter acesso a uma alimentação saudável, acessível, de qualidade e em quantidade suficiente e de modo permanente. Assim é dever do Estado e sociedade civil combater as ações que promovam situações de insegurança alimentar e nutricional, tais como a fome, obesidade, doenças associadas à má alimentação, consumo de alimentos de qualidade duvidosa ou prejudicial à saúde, estrutura de produção de alimentos degradante em relação ao meio ambiente e bens essenciais com preços abusivos e imposição de padrões alimentares que não respeitem a diversidade cultural (BRASIL, 2006).

Para garantir a segurança alimentar e nutricional em nosso país, é importante conhecer as dimensões que envolvem a temática. Inicialmente a segurança alimentar envolve os direitos humanos que garantam o acesso físico e econômico a uma alimentação adequada, segura e indispensável para um desenvolvimento pleno e saudável. No segundo momento ela envolve a garantia da produção e consumo de alimentos seguros, isentos de quaisquer contaminantes sejam químicos, físicos e biológicos, que coloquem em risco a saúde do consumidor (OSTRENSKY *et. al.*, 2007).

Inserida em uma questão multivariável, com abordagem multidisciplinar, a insegurança alimentar e nutricional constitui um problema de saúde pública, estando diretamente relacionada com o Direito Humano a Alimentação Adequada (DHAA). Embora possua diversas causas, o problema da alimentação envolve principalmente questões políticas, econômicas, sociais e as relativas ao próprio indivíduo, tais como a cultura, religião e os hábitos alimentares (GUERRA, 2011).

Para consolidar este direito, a Declaração Universal dos Direitos Humanos da ONU, de 1948 e o Pacto Internacional sobre Direitos Econômicos, Sociais e Culturais PIDESC (1966) a Conferência Internacional de Direitos Humanos em Viena (1993) e a Cúpula Mundial da Alimentação em Roma (1996), organizada pela FAO, que associou definitivamente o papel fundamental do Direito Humano à Alimentação Adequada à garantia da Segurança Alimentar e Nutricional, influenciando na elaboração e incorporação destes princípios em diferentes níveis do ordenamento jurídico brasileiro (GUERRA, 2011).

A Constituição Federal de 1988 reforça o tema da alimentação e nutrição ao reconhecer em seu Art. 6º a alimentação como um direito humano. Outro importante avanço, no que diz respeito à política e monitoramento da situação de segurança alimentar da população brasileira, foi a aprovação do Decreto nº 7.272, em agosto de 2010, que regulamenta a Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006) que institui a Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – PNSAN e estabelece os parâmetros para a elaboração do Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (BRASIL, 1988; BRASIL, 2010; BRASIL, 2006). Tais estruturas normativas necessitam de outros complementos para alcançar a segurança alimentar e nutricional.

A alimentação adequada refere-se, dentre outros aspectos, ao acesso e consumo de alimentos em quantidades e com qualidade suficientes para nutrir o indivíduo e prevenir a ocorrência de agravos à saúde humana. Assim, os alimentos não apenas devem conter calorias e nutrientes, também precisam estar isentos de quaisquer contaminantes que possam colocar em risco a saúde de quem consome. Nesta perspectiva a Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006), também conhecida como LOSAN, aponta aspectos importantes para alcançar a Segurança Alimentar e Nutricional no Brasil.

Dentro do contexto da carcinicultura, o cultivo de camarões marinhos também deve atender os pressupostos da referida Lei, pois tais animais devem estar isentos de quaisquer contaminantes, introduzidos acidental ou intencionalmente para nutrir ou conservá-los, cuja legislação brasileira não tenha regulamentado. Mesmo que pesquisas, como as de Kasper *et al.* (2007) e Coutinho (2008), apontem índices de mercúrio e cobre em camarões cultivados em viveiros, abaixo do previsto legalmente, é fundamental intensificar pesquisas nesse segmento, de modo a atender as recomendações da legislação sanitária e nutricional vigentes

Desta forma, o quadro de insegurança alimentar frente ao cultivo de camarões marinhos está ancorado não apenas no consumo de alimentos de qualidade duvidosa ou prejudicial à saúde, mais ainda na existência de estruturas de produção de alimentos predatórias em relação ao ambiente e bens essenciais com preços abusivos e imposição de padrões alimentares que não respeitem a diversidade cultural (LOSAN, 2006).

A LOSAN define ainda em seu artigo 2º,

“a alimentação adequada como um direito fundamental do ser humano, inerente à dignidade da pessoa humana e indispensável à realização dos direitos consagrados na Constituição Federal, devendo o poder público adotar as políticas e ações que se façam necessárias para promover e garantir a segurança alimentar e nutricional da população”.

Desta forma, o Poder Público deve empregar ações que coíbam e disciplinem as ações relacionadas à instalação, ao cultivo e à distribuição de camarões marinhos dentro da ótica de segurança alimentar e ambiental. Ações que busquem também a conservação da biodiversidade e a utilização sustentável dos recursos naturais, pois a promoção da saúde, da nutrição e da alimentação da população passa pela preservação ambiental, bem como pela sustentabilidade dos ecossistemas, em especial, os manguezais, os apicuns e as áreas de encostas, locais historicamente ocupados pela carcinicultura. Conforme estabelece o § 1º, deste artigo, apontando que *“a adoção dessas políticas e ações deverá levar em conta as dimensões ambientais, culturais, econômicas, regionais e sociais”* (grifo nosso).

Tais ações devem ser articuladas com os diversos setores da sociedade, com o poder público (Federal, Estadual e Municipal), a sociedade civil organizada, dentre outros, levando em conta ainda as dimensões ambientais, culturais, econômicas e sociais de cada região. A implementação de políticas, planos, programas e ações que assegurem o direito humano à alimentação adequada, devem abranger o respeito à diversidade cultural, ambiental, econômica e socialmente sustentáveis, cujos princípios estão expressos em nossa Constituição Federal de 1988. Tais políticas devem articular ações que garantam a qualidade biológica, sanitária, nutricional e tecnológica dos alimentos, bem como seu aproveitamento, sempre estimulando práticas alimentares e estilos de vida saudáveis que respeitem a diversidade étnica e racial e cultural da população, conforme prevê o Art. 4º da LOSAN (BRASIL, 2006).

Na perspectiva de alcançar o patamar de uma produção e consumo de alimentos seguros, os produtores de camarões devem envidar esforços para reduzir a contaminação de alimentos, reduzindo assim a incidência das Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA's). As ocorrências destas doenças estão associadas a fatores, especialmente a ingestão dos alimentos contaminados seja acidentalmente ou naturalmente. As DTAs podem ser classificadas conforme a classe de substâncias (física, química e microbiológica) causadoras dos distúrbios orgânicos. Elas podem ser motivadas pelos mais diversos agentes dando origem às *toxinfecções alimentares*, que incluem um grupo de doenças causadas pela ingestão de alimentos contaminados por microrganismos (bactérias, fungos, vírus, protozoários e suas toxinas); às *intoxicações químicas*, que consistem na ingestão de alimentos contaminados por metais traços, agrotóxicos e outras substâncias tóxicas em níveis letais; e das *intoxicações naturais ou envenenamentos naturais*, causados pela ingestão de espécies tóxicas de plantas e cogumelos, ou de peixes, moluscos e/ou mexilhões contaminados por substâncias tóxicas no meio ambiente natural (FRANCO, LANDGRAF, 1997; BRASIL, 2010).

Dentre as substâncias que podem comprometer a segurança dos produtos da aquicultura, em especial os camarões, tem-se o metabissulfito de sódio ou pirossulfito de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$), utilizado como conservante de alimentos. Esse aditivo alimentar é adicionado durante a despesca dos camarões para sua conservação, uma vez que age como oxidante, prevenindo o desenvolvimento de microrganismos nos alimentos, e o escurecimento enzimático, como por exemplo a melanose ou “black spot” nos camarões (GÓES *et al.*, 2006). O resíduo dessa substância nos alimentos pode comprometer a qualidade nutricional do produto, a saúde humana e das espécies nativas dos ecossistemas onde são descartados, juntamente com os efluentes, devido à sua ação oxidante (GÓES *et al.*, 2006; NOGUEIRA *et al.*, 2009). Os sulfitos utilizados como aditivos alimentares podem causar algumas reações adversas em algumas pessoas, sensíveis a estes produtos, como por exemplo ataques asmáticos e urticária (FAVERO, *et al.*, 2011).

As substâncias que colocam em risco a saúde dos consumidores podem estar presentes nos camarões a partir de diversas fontes, como por exemplo, através da alimentação ofertada, como as rações, na água utilizada na atividade ou em outras substâncias introduzidas em seu cultivo, por meio dos produtos químicos, antibióticos e de drogas veterinárias, além dos hormônios promotores de crescimento animal (ABCC, 2005).

Ostrensky *et al* (2007) no documento intitulado “Estudo Setorial para Consolidação de uma Aquicultura Sustentável no Brasil”, apontam que a segurança alimentar e nutricional da aquicultura depende de outros fatores relativos não apenas ao cultivo dos animais. Deve envolver ainda a estrutura da distribuição até a mesa do consumidor, bem como a gestão de toda cadeia produtiva, incluindo transporte, abate, processamento e armazenamento adequado. Desta forma é indispensável o controle destas fases produtivas, pois o cuidado com a produção e consumo de alimentos de má qualidade interfere não somente na saúde pública da população, mais na economia local e regional movimentada por este segmento.

Neste sentido a Associação Brasileira de Criadores Camarão elaborou uma cartilha de Boas Práticas de Manejo na Fazenda para prevenir e controlar as enfermidades do camarão cinza, que põe em risco a produção e a saúde dos animais. Segundo esta cartilha diversos fatores devem ser observados para atender a segurança alimentar e nutricional dos produtos, tais como a qualidade da água utilizada no cultivo, a gestão dos locais onde foram cultivados, a saúde dos funcionários, o controle dos resíduos produzidos nas fazendas, seleção e controle dos insumos e larvas utilizadas no cultivo, dentre outros aspectos. Com o objetivo de informar e padronizar os procedimentos da atividade junto aos produtores, ABCC editou outra cartilha intitulada “Camarões Marinhos: Gestão da Qualidade e Rastreabilidade na Fazenda” onde aponta os principais aspectos a serem seguidos para reduzir os riscos de contaminação alimentar, ocupacional e ambiental, bem como garantir a qualidade de seus produtos junto aos seus consumidores (ABCC, 2004; ABCC, 2005).

Além das recomendações da Associação, os produtores têm que cumprir alguns dispositivos legais brasileiro voltado à biossegurança aquícola. Dentre os quais podemos apontar a Instrução Normativa Nº 53, de 2 de Julho de 2003 do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Editada para regulamentar a defesa sanitária e animal no país, esta norma visa disciplinar e padronizar as ações profiláticas, diagnóstico e o saneamento de estabelecimentos de aquicultura. Essa instrução normativa visa ainda definir as atribuições os órgãos públicos de defesa animal no controle e combate as doenças que afetem os animais aquáticos. Ela visa impedir a introdução de patologias exóticas, além de controlar ou erradicar as doenças existentes no Brasil, uma vez que tais patologias ameaçam a saúde pública, o meio ambiente e a economia do país (OSTRENSKY *et al.* 2007).

Ações como estas auxiliam na disseminação de conhecimento indispensável para o cultivo de camarões seguros. Com isso se busca garantir o acesso a uma alimentação adequada, com garantia de qualidade biológica, sanitária, nutricional e tecnológica que os alimentos produzidos pela carcinicultura necessitam, bem como em quantidade suficiente e isenta de contaminantes, sejam microbiológicos, físicos ou químicos.

Para alcançar esse patamar de segurança alimentar e nutricional é importante analisar a intrínseca relação que a carcinicultura tem o com o meio ambiente, especialmente os ecossistemas de mangues, apicuns e áreas de encostas. Estes ecossistemas oferecem relevantes serviços ambientais ou ecossistêmicos, tais como a qualidade da água, controle do fluxo de sedimentos, manutenção dos estoques pesqueiros, reprodução de espécimes da fauna e da flora, oferta de alimentos para as comunidades tradicionais próximas, dentre outros (FIGUERÊDO, 2006).

A ocupação destes ecossistemas por atividades como a carcinicultura pode comprometer a estabilidade ambiental, uma vez que as emissões de altas cargas de matéria orgânica, dos resíduos do metabissulfito de sódio, dos hormônios ou promotores de crescimento animal, dos resíduos de drogas veterinárias, e outros contaminantes, prejudicam seriamente o equilíbrio socioambiental das áreas historicamente ocupadas pela carcinicultura (NOGUEIRA *et al.*, 2009). Desta forma é imprescindível cumprir todos os requisitos que assegurem a segurança alimentar e nutricional dos camarões marinhos cultivados em viveiros, devendo para isso abranger ainda a gestão ambiental da carcinicultura junto aos referidos ecossistemas. Essa gestão deve envolver todas as fases da atividade, desde as fases do planejamento, da instalação, bem como de sua operacionalização (FAO, 2006).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local e instalações do experimento

O ambiente experimental foi instalado na Associação de Pescadores da praia da Penha, no litoral sul do município de João Pessoa, Paraíba (Figuras 2, 3 e 4).

Figura 2- Mapa do Brasil com localização do Estado da Paraíba.

Fonte: http://www.de.ufpb.br/~cbsf2014/local_evento.html

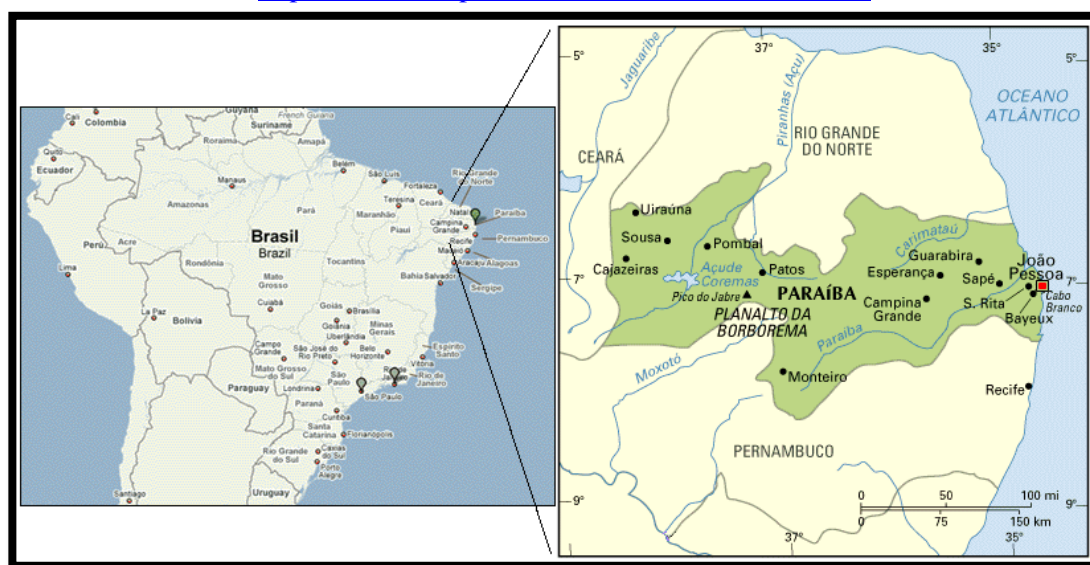


Figura 3 - Vista aérea da localização da Assoc. de Pescadores da Praia da Penha.

Fonte: Google Earth, 2014

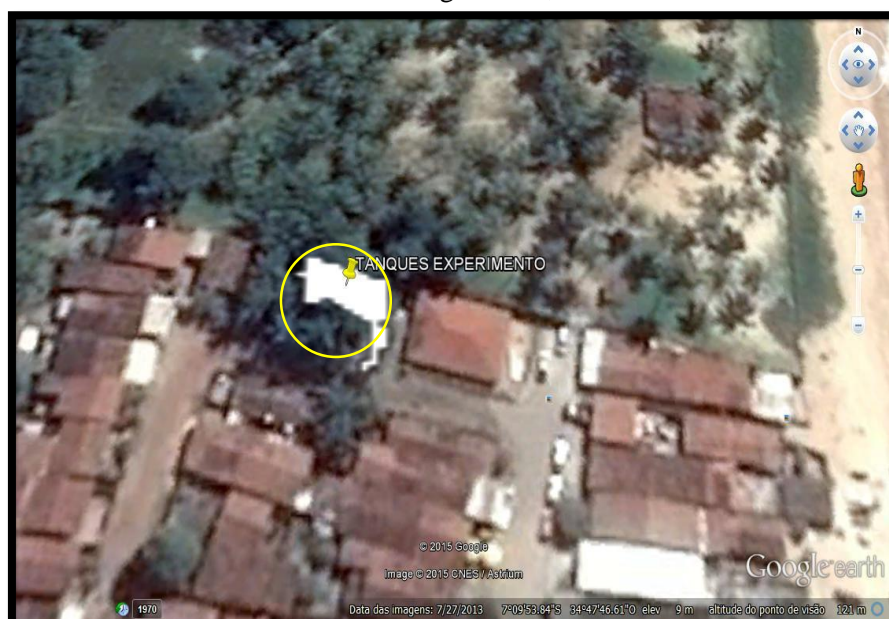
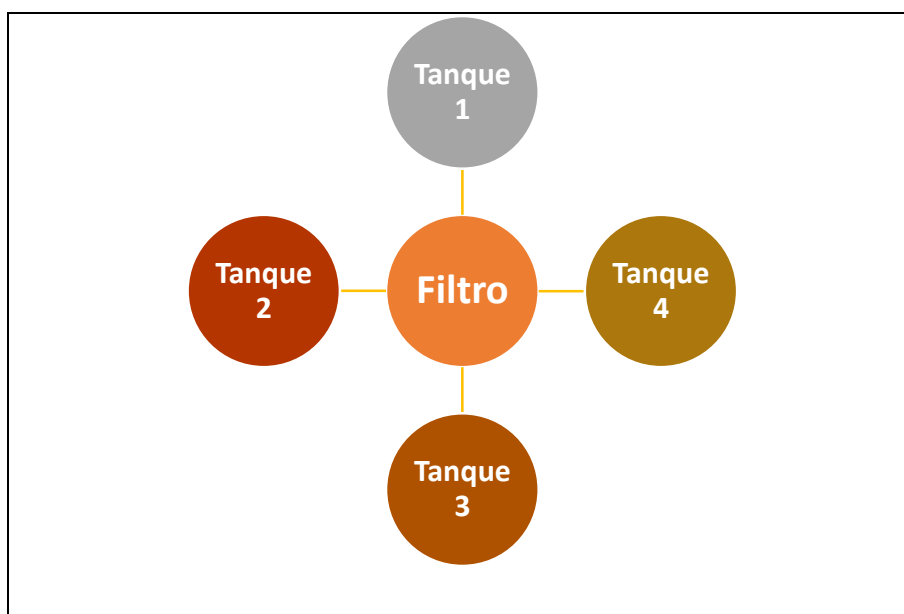


Figura 4 - Associação de Pescadores da Praia da Penha
Fonte: Google maps.



Neste local foram instaladas 8 caixas d'água de polipropileno, com capacidade de 1.000 litros cada, para o cultivo dos camarões marinhos (*Litopenaeus vannamei*). Outras duas caixas, com a mesma capacidade, foram utilizadas como filtros, para a manutenção da qualidade da água. Os tanques foram divididos em 2 circuitos, de 4 tanques com 1 filtro cada, conforme pode ser observada na Figura 5.

Figura 5 - Disposição das caixas do circuito de cultivo
Fonte: Autor



4.2 Obtenção e manutenção dos animais

As pós-larvas dos camarões *Litopenaeus vannamei* foram adquiridas da empresa Tecmares Ltda, no município de Canguaretama, RN, com uma idade PL 12. Utilizou-se cumprido menos de 24 h após transporte dos animais, estes foram submetidos a um período de aclimação, por cerca de 12h em uma caixa d'água interligada a um dos circuitos para equilibrar a temperatura do recipiente de coleta das pós-larvas em caixa d'água. Cada caixa d'água dos circuitos, com exceção daquelas com os filtros, receberam no total 120 pós-larvas de camarões (m²) que foram cultivados durante 94 dias.

Antes de iniciar a oferta das rações, os indivíduos, de ambos os circuitos, foram alimentados duas vezes ao dia durante duas semanas com zooplâncton e fitoplâncton, por meio de estimulação biológica. A fim de estimular a produção de zoo e fitoplâncton foi produzido um caldo bioestimulador obtido a partir de uma mistura de água do mar e um biocomposto, produzido a partir da compostagem de resíduos alimentos orgânicos. Em uma caixa d'água de 500L, foram adicionados 20Kg do biocomposto que permaneceu em depuração por 20 dias. Após esse período o caldo foi ofertado aos animais.

Após esse período, parte dos camarões foi alimentado diariamente com uma ração comercial, denominada de **ração industrial** (tanques TI1, TI2, TI3 e TI4) e uma alternativa elaborada na Associação, denominada de **ração orgânica** (TO1, TO2, TO3 e TO4). Os animais do cultivo TO receberam ainda uma porção diária de zooplâncton e fitoplâncton, até o segundo mês do cultivo. A quantidade de ração atribuída foi a mesma em ambos os ensaios e na proporção de 20g nos primeiros 30 dias e 40g nos 60 dias seguintes, sempre ofertados duas vezes ao dia.

A água utilizada no bioensaio consistiu numa mistura de água do mar com água doce, proveniente da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), na proporção de 1:1, e salinidade entre 0 e 10%, mantida sob aeração constante. Para alcançar a salinidade foram adicionados 20Kg de sal de cozinha, em ambos os circuitos.

A composição deste meio de cultivo objetivou a manutenção de uma faixa de salinidade ideal para o desenvolvimento dos animais, bem como inibir o crescimento das larvas de mosquito *Aedes aegypti* transmissor da dengue, doença endêmica na região. Em virtude da água doce captada possuir cloro residual do tratamento convencional de água potável, esperou-se cerca de dois dias após o enchimento das caixas para a evaporação do cloro para então, ser misturada com a água do mar.

Para potencializar a oxigenação da água foram utilizadas bombas de aquário, com capacidade de 2000L/h, acopladas a canos de Policloreto de Vinila (PVC) para aspersão da água proveniente do filtro em cada caixa d'água conectada a este. Tal mecanismo contribuiu para a aeração do meio, bem como para a manutenção da circulação da água por entre os tanques do circuito, uma vez que as caixas estavam conectadas ao filtro por meio de mangueiras, mantendo o nível da água equilibrado o em todo o circuito (Figura 6).

Cerca de 45 dias após o início do cultivo, as águas dos tanques TO3, TO4, TI1 e foram renovadas porque houve mortalidade total dos animais cultivados no TI1. No tanque TI1 não foi introduzido nenhum animal, após a renovação da água, sendo mantido com água em circulação até o fim do cultivo. A composição da água repostada nos tanques foi a mesma introduzida no início do cultivo, ou seja, uma mistura de água do mar e água doce em proporção de 1:1.

Figura 6 - Circuitos de cultivo dos camarões

Fonte: Autor



4.3 Confeção dos filtros

Os filtros foram confeccionados com cascalho marinho e rochas provenientes das falésias próximas à praia da Penha e dispostas em camadas. As rochas com granulometria maior foram colocadas embaixo, seguidas do cascalho marinho. Entre esses minerais foram colocadas telas de nylon para reter o cascalho marinho, de modo a impedir que ele obstruísse os canais de passagem da água entre o filtro e as caixas d'água (Figura 7). Esses materiais quando dispostos em camadas atuam como filtro físico, por onde circula a água proveniente das demais caixas d'água do cultivo. Estes filtros, aqui denominados de biofiltros, por estarem associados às estruturas biológicas como o perifíton (comunidade de microrganismos como algas, bactérias, fungos e zooplâncton), contribuem para a filtração da água, retendo o material particulado e as substâncias orgânicas decorrente do metabolismo animal. Ainda nesses biofiltros, foram adicionados pequenos peixes de água salobra, de córregos e rios da localidade, a fim de contribuir para inibir a proliferação de larvas do mosquito *Aedes aegypti*.

Figura 7 - Confeção dos filtros para os circuitos

Fonte: Autor



Associados a estes filtros foram instaladas fitas plásticas para estimular o desenvolvimento de um sistema biológico composto por perifíton (Figura 8). O termo perifíton pode ser atribuído a uma comunidade de microrganismos como algas, bactérias, fungos e zooplâncton, (protozoários, rotíferos, cladóceros, copépodos e dentre outros), associados a resíduos orgânicos e inorgânicos que parcialmente aderem aos substratos orgânicos ou inorgânicos. Embora possa se desenvolver aderido as superfícies, existem os pseudoperifíton, aqueles que apresentam vida livre e não estão claramente associados

ao substrato. A composição dos perifítons garante um composto ricos em proteínas, vitaminas e minerais, ideais para o desenvolvimento muitos organismos aquáticos, constituindo uma importante base alimentar para as cadeias tróficas, tornando-se um importante estoque de carbono particulado (MARTINS, FERNANDES, 2011; MOSCHINI-CARLOS, 1999; SLADECKAVA, 1962).

Como comparativo da eficiência do sistema de perifíton, foram instaladas estruturas compostas de plástico e madeira no formato de uma pequena estante, apenas em TO1 e TO2. Essas estruturas visam estimular a produção e disposição de perifíton dentro das caixas, bem como aumentar a extensão territorial, pois a superfície das fitas de plásticos contribui para a locomoção destes animais bentônicos que ficam naturalmente no fundo dos tanques.

Os animais destas caixas (TO1 e TO2) foram comparados quanto ao peso e crescimento com os camarões das caixas TO3 e TO4, do mesmo circuito que não continham as estruturas de perifíton.

Figura 8 - Biofiltro dos Circuitos experimentais com perifíton

Fonte: Autor



4.4 Produção da ração orgânica

A ração orgânica foi produzida a partir dos resíduos de hortifrutigranjeiros, como sobras de cascas de verduras e frutas oriundas das residências dos pescadores e

restaurantes instalados na comunidade, além de músculo e vísceras de bagre-bandeira (*Bagre marinus*), proveniente das peixarias instaladas no local. Estes resíduos alimentares foram separados, excluindo os legumes folhosos como alface, acelga e couve folha. Eles foram armazenados em sacolas plásticas, de uso comercial, estocados em congeladores domésticos, em temperatura de -18 °C, nas dependências da Associação de Pescadores da Penha, antes de serem processados. Os peixes foram armazenados inteiros e com as vísceras em sacos plásticos, por aproximadamente sete dias antes do processamento. Esta ração era produzida mensalmente, segundo uma adequação da matriz de composição extraída da *Cartilha de Orientação para a Implantação da Piscicultura Familiar*, elaborado sob a coordenação de Torelli *et al.* (2012), junto ao Programa de Extensão Universitária e Laboratório de Ecologia Aquática (LABEA) da Universidade Federal da Paraíba. A porcentagem de macronutrientes das rações variou conforme o estágio de desenvolvimento e crescimento dos camarões.

A obtenção da ração orgânica envolve algumas fases indispensáveis para a composição final, como por exemplo, um pré-processamento térmico da casca da mandioca que foi exposta ao sol para secar por cerca de 48 horas. Após esse período, foi triturada no liquidificador até obter um pó homogêneo. Também, o farelo do côco, que após triturado e retirado o excesso de leite, foi submetido ao sol para secagem por cerca de 72 horas.

Os resíduos de hortifrutigranjeiros e o bagre foram cortados em pequenos pedaços de aproximadamente 5 cm, em seguida foram processados em um moedor de carne de uso comercial, até obter a consistência pastosa. Em seguida foram misturados com o farelo de mandioca e de côco. Após a obtenção da mistura, foram adicionados os suplementos químicos: fosfato bicálcico (cálcio e fósforo na proporção 1,1:1,0) e um suplemento vitamínico e mineral. O fosfato bicálcico (FBC) um suplemento de fósforo para animais amplamente empregado nas rações que associado a polivitamínico e mineral auxilia no desenvolvimento dos mesmos. A ração foi novamente levada ao moedor de carne para formação de pelets, característicos das rações. Na última fase, as rações foram secas em estufas no LABEA em temperatura 80 °C por 48 horas para reduzir os níveis de umidade da ração. Estas etapas estão mostradas Figura 9.

Figura 9 - Elaboração da ração orgânica
Fonte: Autor



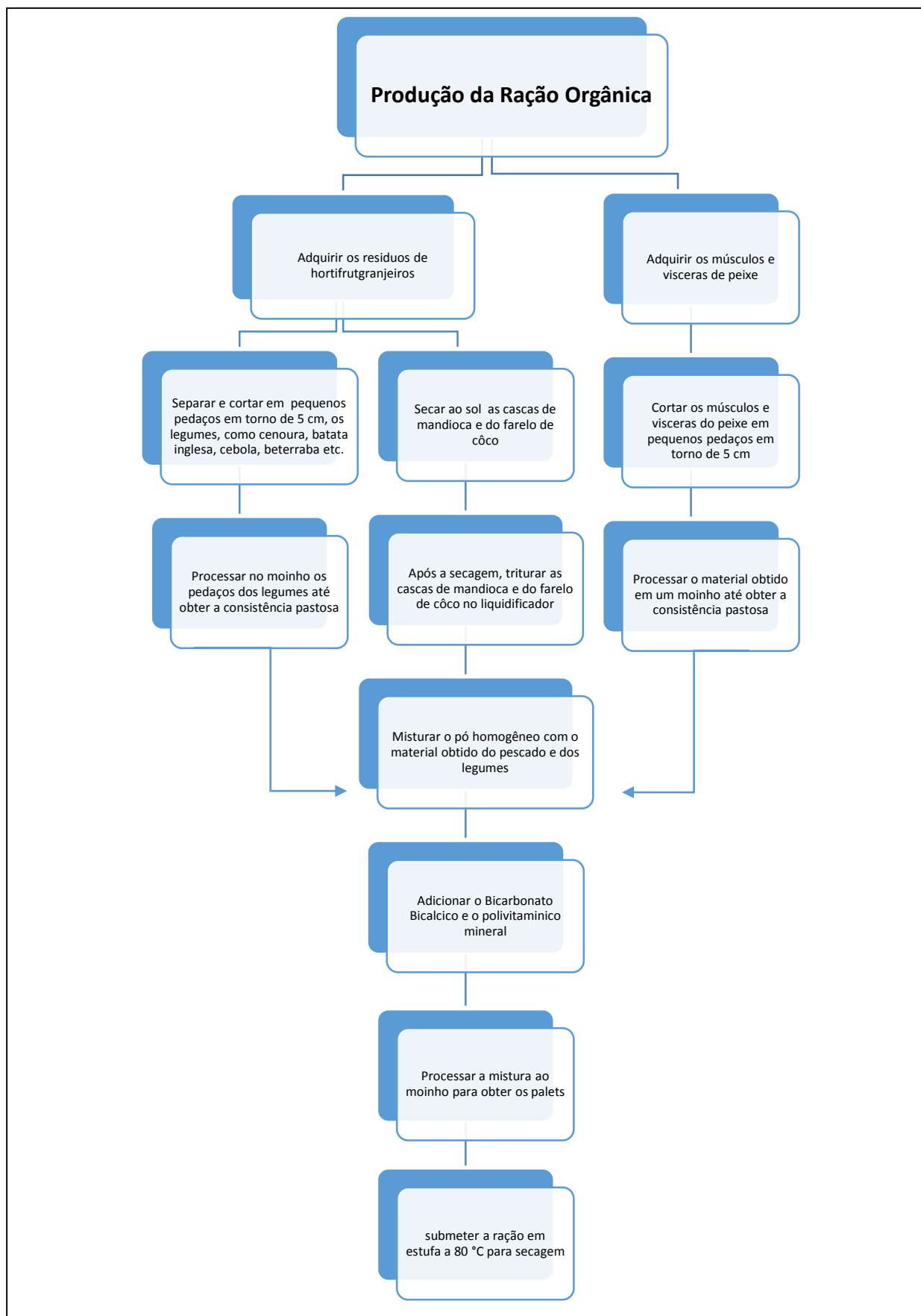
As rações fornecidas aos camarões foram produzidas de acordo com a fase de desenvolvimento, bem como as requisições nutricionais para seu crescimento. No primeiro mês os camarões do circuito orgânico foram alimentados com a ração formulada na Associação de Pescadores da Praia da Penha, com 20g duas vezes ao dia, além do fornecimento de fito e zooplâncton diariamente. Nos meses seguintes os camarões foram alimentados com 40g de rações fornecidas duas vezes ao dia. A Tabelas 1 mostram a composição das rações orgânicas utilizadas na fase pós-larva e juvenil, respectivamente.

Tabela 01. Composição da 1º e 2º lote da ração orgânica

Ingredientes	1º lote %	2º lote %
Resíduos de hortifrutigranjeiros	16,2	31,6
Farelo de mandioca	9,7	26,7
Proteína de origem animal*	64,9	32,1
Farelo de côco	6,5	7,6
Fosfato bicálcico	1,3	1
Vitamínico e mineral	1,3	1

*músculo e vísceras de peixe (bagre)

Figura 10 - Produção da Ração Orgânica
Fonte: Auto



4.5 Biometria

A biometria dos animais consiste na medida do peso e comprimento do animal. Cada espécime foi medido com um paquímetro analógico de uso comercial, a partir do telson até o rostro do camarão e o peso foi verificado em uma balança da marca FILIZOLA com precisão de 0,5 gr.

4.6 Análises físicas-químicas da água dos tanques de cultivo

As amostras da água foram coletadas em todos os tanques dos circuitos, no início do cultivo, quinzenalmente e na ocorrência da despesca para análises de temperatura; salinidade, oxigênio dissolvido (OD), demanda química de oxigênio (DQO), pH, amônia, nitrito, nitrato, fosfato e clorofila-*a*. Estes parâmetros estão previstos na Resolução CONAMA nº 312/2002, que regulamenta o licenciamento ambiental da carcinicultura e na Resolução CONAMA nº 357/2005 e Resolução complementar 430/2011 que estabelecem padrões de lançamento de efluentes. As análises físicas-químicas da água foram realizadas no Laboratório de Ecologia Aquática (LABEA) e no Laboratório de Química Ambiental (LEQA), do CCEN/UFPB.

Oxigênio dissolvido (OD), temperatura, salinidade e pH

Os dados de OD, temperatura, salinidade e pH foram obtidos com as leituras feitas com instrumentos portáteis, no local do experimento.

Demanda Química de Oxigênio (DQO)

Para a obtenção dos valores de DQO foi empregado o método da digestão em sistema fechado e titulação com sulfato ferroso (APHA, 2005).

Clorofila-*a*

A medição da concentração de clorofila-*a* foi realizada segundo a metodologia descrita na Norma Técnica L5.306/2014 da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Foi utilizado um espectrofotômetro marca BIOSPECTRO SP-22 pelo

método da Acetona, a partir das leituras das absorvâncias obtidas em dois comprimentos de onda (663 e 750) e seguindo a fórmula modificada segundo Lorenzen (1967).

Nutrientes (Amônia, Nitrato Nitrito e Fosfato)

As quantificações de amônia, nitrato, nitrito e fosfato foram feitas com as amostras filtradas, sendo considerados valores de nutrientes dissolvidos. Para todos os parâmetros foram empregadas as metodologias recomendadas na literatura especializada, como Standard Methods for Water and Wastewater (APHA, 2005).

4.7 Avaliação dos parâmetros microbiológicos da água dos tanques de cultivo e dos camarões

As amostras foram analisadas em relação a Coliformes Totais, Coliformes Termotolerantes e Bactérias Mesófilas, nas amostras de água, coletadas mensalmente, em cada um dos tanques de tratamento. A metodologia empregada foi o Número Mais Provável (NMP) de Coliformes Totais e Termotolerantes em água e gelo e Contagem Padrão (CP) de microorganismos mesófilos aeróbios estritos e facultativos viáveis de acordo com a Instrução Normativa Nº 62/2003 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Os camarões cultivados no bioensaio também foram submetidos à análise microbiológica para verificar a presença de Coliformes Totais, Termotolerantes e Bactérias Mesófilas. De semelhante modo foram compradas amostras de camarões no mercado público local e de camarões industrializados, comercializados em supermercado da região. Após a obtenção destes dados, os mesmos foram confrontados entre si e com a Resolução RDC Nº 12, de 02 de Janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabelece os Padrões Microbiológicos Sanitários para Alimentos visando determinar dentre estas amostras qual apresenta melhor qualidade para o consumo humano. Posteriormente os resultados foram confrontados A metodologia empregada para análise microbiologia dos camarões foram o Número Mais Provável (NMP) de Coliformes Totais e Termotolerantes em água e gelo e Contagem Padrão (CP) de microorganismos mesófilos aeróbios estritos e facultativos viáveis de acordo com a

Instrução Normativa Nº 62/2003 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2003).

4.8 Análises bromatológicas das rações e dos camarões

As duas rações foram submetidas às análises bromatológicas, para determinação da composição centesimal (carboidratos, extrato etéreo, teores de umidade, cinzas e proteínas). O extrato etéreo foi determinado seguindo os procedimentos descritos por Folch *et al.* (1957). Os carboidratos foram determinados por diferença ($100 - \sum \text{Umidade} + \text{cinzas} + \text{gordura} + \text{proteína}$). Elas foram determinadas utilizando a metodologia descrita da AOAC (2000).

Após a despesca dos camarões cultivados no bioensaio, para fins de comparação foram feitas as mesmas análises nas amostras dos três lotes de camarões (dos cultivos, do mercado local e dos camarões industrializados). Após obtenção destes dados, os mesmos foram confrontados entre si, visando determinar dentre estas amostras qual apresenta maior valor nutricional.

4.9 Avaliação Estatística

Foram aplicados métodos estatísticos nos dados obtidos na biometria dos animais, nos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água, bromatológicos na ração orgânica e industrial, microbiológicos e bromatológicas nos camarões do bioensaio e nos camarões comercializados na região.

Os testes estatísticos aplicados foram o teste não-paramétrico de Wilcoxon-Mann-Whitney e o teste paramétrico t-Student e os testes de normalidade de Lilliefors, Shapiro-Wilk e Anderson-Darling (CAMPOS, 1979; DANIEL, 1978; LEHMANN, D'ABRERA, 1975; LILLIEFORS, 1967; SHAPIRO, WILK, 1965).

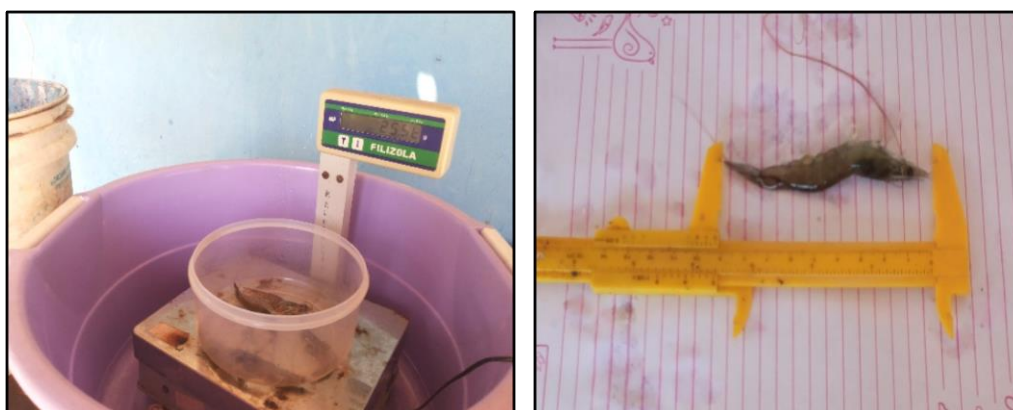
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Biometria

Após o período de cultivo de 94 dias, os animais foram despesados e retirados 20 espécimes de cada tanque, exceto TI1, a fim de proceder a biometria dos animais. Os dados apontam que em ambos os cultivos os indivíduos apresentaram crescimento e peso semelhantes, sendo 8,2cm de comprimento e peso de 3,6g (Tabela 02).

Figura 11 - Biometria dos animais cultivados

Fonte: Autor



Quanto à comparação dos animais cultivados no TO, nos tanques contendo as estruturas promotoras do perifíton (TO1 e TO2), constatou-se que os camarões cresceram mais que os animais cultivados nos outros dois tanques, com média de comprimento de 8,42cm e peso de 4,02g. Nos tanques TO3 e TO4, a média de comprimento foi de 7,96cm e peso de 3,2g. Servilla *et al.* (2004), relataram resultados semelhantes, em cultivo intensivo de camarões marinhos em tanques com circulação parcial de água, com animais de peso médio de 4,0 g, com variação mínima de 0,4g e no máximo 8,5g respectivamente em um cultivo de 168 dias. Krummenauer *et al.* (2012) em seu trabalho com cultivo de camarões em sistema de bioflocos (*Biofloc Technology System*) comparando tratamentos com 2,5, 10 e 100% de reutilização de água, obteve um peso médio final de 2,91, 3,25 e 3,46g, respectivamente.

Tabela 02. Biometria dos camarões do TO e TI

Parâmetros	Tratamento	
	TO	TI
Peso/g	3,61 ± 0,62	3,66 ± 0,63
Comprimento/cm	8,19± 0,48	8,2 ± 0,66

Como as variáveis peso e comprimento não seguem uma distribuição normal, recorremos a análise não-paramétrica com a aplicação do teste de Wilcoxon (Tabela 03). Com os resultados apresentados se verifica que a hipótese de igualdade entre os grupos não foi rejeitada ao nível de significância de 5% ($p\text{-valor} > 0,05$), apontando que a mediana entre os dois grupos são iguais, ou seja, não existe diferença significativa entre (TO e TI) com relação ao peso e comprimento dos camarões. Logo, estatisticamente os dois grupos são iguais quanto à biometria Além de que a conclusão apresentada pelo teste t-Student foi a mesma ($p\text{-valor} > 0,05$).

Tabela 03. Teste para comparação de médias entre as variáveis Peso e Comprimento em TO e TI

Teste	Variável			
	Peso		Comprimento	
	Estatística	$p\text{-valor}$	Estatística	$p\text{-valor}$
Wilcoxon	2378	0,92710	2342,5	0,81010
t-Student	-0,3079	0,75880	-0,0537	0,95730

A comparação dos animais cultivados no TO1 e TO2, com as estruturas promotoras do perifíton, constatou-se que os camarões apresentaram crescimento relativamente maior que os animais cultivados nos outros dois tanques (TO3 e TO4). Os animais do tanque 1 e 2 possuem uma média de comprimento de 8,42 cm e peso de 4,02 g, enquanto que os animais do Tanque 3 e 4 possuem uma média de comprimento de 7,96 cm e peso de 3,2 g (Tabela 04).

Tabela 04. Biometria dos camarões do TO

Parâmetros	Tratamento Orgânico	
	Tanques 1 e 2	Tanques 3 e 4
Peso/g	4,02 ± 0,10	3,2 ± 0,16
Comprimento/cm	8,42± 0,29	7,96 ± 0,07

Observando os resultados pode-se concluir que existe diferença significativa entre os grupos (com perifíton) e (sem perifíton) ao nível de 5% (p -valor < 0,05), pois, rejeita-se a hipótese de que as medianas dos dois grupos são iguais. Logo, conclui-se que a presença do perifíton foi um fator relevante no cultivo dos camarões, salientando que a mesma conclusão foi mostrada pelo teste paramétrico t-Student (p -valor < 0,05).

Desta forma, com base na Tabela 05 podemos constatar que a hipótese suscitada onde a mediana do peso/comprimento dos camarões do grupo com perifíton é maior que a mediana do grupo sem perifíton, é válida. Portanto há evidência estatística que corrobora a hipótese de que o perifíton proporcionou bons resultados quanto ao desenvolvimento dos camarões.

Tabela 05. Teste unilateral de Wilcoxon para Peso e Comprimento do TO.

Variável	Teste de Wilcoxon – Unilateral	
	Estatística	p -valor
Peso	1309,5	< 0,00000
Comprimento	1201	< 0,00000

Desta forma a presença dos perifítons pode ter contribuído para a redução dos níveis dos substratos metabólicos produzidos pelos camarões, atuando na reciclagem dos nutrientes e na conversão alimentar destes, tornando-os uma fonte extra de alimentos, em forma de algas, e como alimentos outros micro-organismos presentes nos zooplâncton e fitoplâncton consumidos pelos camarões, aumentando assim seu consumo alimentar no cultivo (GRANJA RUSSO, 2008; SILVA, 2006).

5.2 Análises bromatológicas das rações

A composição das rações utilizadas no bioensaio foram determinantes para os resultados encontrados. A comparação entre a ração industrial (RI) e ração orgânica (RO) nos lotes 1 e 2, aponta diferentes constituições dos macronutrientes, principalmente em relação à proteína, lipídios e umidade, onde RI apresenta maiores concentrações. Seguindo esse comportamento, RI apresenta percentuais de cinzas maiores no lote 1, e uma redução, comparado a RO, no segundo lote. Já em relação aos carboidratos, RO mostra teor maior que RI, em ambos os lotes (Figura 14).

Nas rações utilizadas no bioensaio constata-se que em ambas houve prevalência de proteína em proporções distintas, para RI (48,29 e 44,3 %) e para RO (37,78 e 18,64), nos lotes 1 e 2, respectivamente. Embora o segundo lote de RO apresente valor inferior a 20%, as demais rações analisadas estão de acordo com as requisições nutricionais para os camarões, como apontado por Tacon (2002), que para animais com peso variável entre 3,0-15g, a proteína, lipídios e colesterol são 38%, 6,3% e 0,30%, respectivamente.

Tabela 06. Dados bromatológicos das rações industrial e orgânica

Composição %	Ração Industrial Lote 1	Ração Industrial Lote 2	Ração Orgânica Lote 1	Ração Orgânica Lote 2
	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA
Umidade	9,64	12,7	2,74	1,09
Cinzas	11,37	9,97	11,31	4,87
Proteína	48,29	44,3	37,78	18,64
Lipídio	13,57	12,25	6,48	5,45
Carboidrato	17,13	20,78	41,69	69,95

Embora as concentrações dos macronutrientes de RO no segundo lote estejam em níveis abaixo dos recomendados pela literatura, é importante destacar que uma ração eficiente deve fornecer sobretudo energia suficiente para a atividade metabólica dos animais. Neste sentido, Cuzón, et al. (2004) alertam que rações com menos 15% de

proteína dietética parece questionável em nível de energia, interferindo no desenvolvimento e ganho de peso dos animais.

Mesmo que os carboidratos estejam em quantidade superior nos 1 e 2 lotes em RO (41,69 e 69,95%), quando comparados com os 1 e 2 lotes de RI (17,13 e 20,78%); esse nutriente tem sua parcela no desenvolvimento dos animais. A utilização de carboidratos na formulação das rações visa, principalmente, dar consistência para a confecção dos pelets, além de ser uma das principais fontes de carbono orgânico, necessária no desenvolvimento animal. Cuzón, *et al.* (2004) relatam que a presença de carboidratos nas rações é importante ainda pela capacidade de oferecer energia a partir de amido aos animais, poupando o gasto energético proveniente das proteínas.

Embora a RO tenha sido produzida com outros produtos fontes de carbono orgânico, eles podem contribuir no ajuste das relações carbono/nitrogênio, conforme sugere Silva *et al.* (2009). Estes pesquisadores introduziram melão, subproduto do processo de refinamento do açúcar, no cultivo de *L. vannamei*, avaliando a relação C:N, o crescimento e sobrevivência do camarão na fase berçário, cultivado sem renovação de água. Segundo os autores, o melão cuja composição varia de 45 a 50% de sacarose, glicose e frutose, pode contribuir para o desenvolvimento dos flocos bacterianos (bactérias, microalgas, excrementos, exoesqueletos, restos de organismos mortos, cianobactérias, protozoários, pequenos metazoários) reduzindo a matéria orgânica existente, o nitrogênio amoniacal e a necessidade de ração, a partir da produção de proteína microbiana. As relações C:N de 15 e 25:1 propiciaram incremento no desempenho de crescimento de pós-larvas de *L. vannamei* na fase de berçário, além de ser efetivo na manutenção na qualidade química da água (SILVA, *et al.* 2009).

A oferta de carboidratos pode influenciar ainda nos níveis de crescimento e engorda dos animais, conforme pesquisa realizada por Camboin *et al* (2010). Neste experimento foram avaliados diferentes níveis de inclusão de carboidratos (20, 25, 30 e 35%) sobre o desempenho do camarão branco do pacífico, alimentado com rações isoprotéicas (33% de proteína bruta) e isoenergéticas (4.700 kcal kg⁻¹). Os autores observaram que a introdução crescente de carboidrato solúvel influenciou no comportamento quadrático, ganho de peso médio, consumo médio de ração e taxa de eficiência proteica nos animais.

Outro parâmetro importante medido em alimentos é a umidade. Também conhecido como teor de água em alimentos, corresponde à perda em peso sofrida pelo produto quando aquecido em condições nas quais a água é removida (LUTZ, 1985). Sua

quantidade interfere diretamente na estabilidade química, na qualidade e na composição do alimento, podendo afetar seu armazenamento, embalagem e processamento (LUTZ, 1985; FRANCO, LANDGRAF, 1997; CECCHI, 2007).

Os resultados bromatológicos mostram umidade maior em RI (9,64 e 12,7%) que em RO (2,74 e 1,09%) nos dois lotes, respectivamente. Esses resultados sugerem uma atividade de água, sendo que em RI pode haver o favorecimento de desenvolvimento de microorganismos, uma vez que a água é um importante nutriente nos alimentos, devendo ser controlada em insumos processados, pois está diretamente relacionada à atividade microbiana, como de fungos, leveduras e bactérias (FRANCO, LANDGRAF, 1996; CECCHI, 2007; NUNES, 2009).

Outro componente importante nas análises bromatológicas de alimentos, são as cinzas, porque constituem o resíduo mineral fixo ou resíduo inorgânico proveniente da queima da matéria orgânica (LUTZ, 1985). Geralmente, contem sais minerais como cálcio, magnésio, sódio, fósforo, cloretos, chumbo, e outros componentes (CECCHI, 2007). Nos lotes 1, de RI e de RO o teor de cinzas foi praticamente o mesmo (RI = 11,37% e RO = 11,31%). O mesmo ocorreu com o segundo lote, onde RI (9,97%) apresentou maior porcentagem do que RO (4,87%). Ambas as rações e lotes atendem as recomendações de Cho et al. (1985), para uma ração de boa qualidade, cujos teores de cinza não devem ultrapassar 13% da matéria seca.

Quanto aos lipídios, as maiores concentrações foram encontradas em RI (13,57 e 12,25%), e RO apresentou valores de 6,48% e 5,45 %, nos lotes 1 e 2, respectivamente. Os lipídios são importantes nutrientes nas formulações das dietas, pois além de fornecer energia, participam da síntese de ácidos graxos e são bons veículos de vitaminas lipossolúveis como Vitamina A, E, D e K. Para as rações de camarões, Tacon (2002) recomenda que sejam ofertados 6,3% e 0,30% de lipídios e colesterol, respectivamente, em animais com peso variável entre 3,0-15g, valores que estão bem abaixo dos encontrados em RI e um pouco acima dos presentes em RO.

Dentre os nutrientes ofertados aos camarões, podemos destacar a proteína como uma das mais importantes na dieta alimentar, pois a sua oferta está diretamente relacionada ao fornecimento de aminoácidos indispensáveis para o desenvolvimento animal, que por serem onívoros buscam suas requisições com uma dieta mista, de origem animal e vegetal (PONTES *et al.* 2010). Dada sua importância, é o componente mais caro das rações comerciais. Entretanto, a ausência de publicações e normas técnicas que

discipline as exigências nutricionais dos camarões cultivados em viveiros, bem como a composição das dietas comerciais formuladas adequadas, tem contribuído para a produção de rações com excesso de nutrientes, especialmente proteína. Isso pode contribuir para encarecer o cultivo e seu manejo, além de comprometer a qualidade da água (TACON, 2002). Neste sentido, Tacon (2002) recomenda que a composição das rações comerciais deve buscar outras fontes de proteína e nutrientes como forma de alcançar o desenvolvimento sustentável da carcinicultura, devendo introduzir microorganismos, como fonte de nutrientes na dieta para o camarão cultivado, contribuindo ainda para a manutenção da produtividade, estabilidade e saúde dos sistemas de produção de camarão. Isso porque a suplementação excessiva de proteínas nas rações pode contribuir para sua excreção pelos animais, acumulando-se em forma de amônia e derivados no fundo dos tanques, comprometendo a qualidade da água do cultivo (COSTA *et al*, 2008).

Algumas pesquisas apontam a utilização de outras fontes de nutrientes na carcinicultura como forma de reduzir os custos da atividade, aumentar a nutrição dos animais e potencializar sua produção. Por exemplo, Furtado *et al* (2010) avaliaram a redução da concentração proteica da dieta para pós-larvas de camarão *L. vannamei* por meio da suplementação do aminoácido taurina. Neste estudo concluíram que a oferta de 35% de proteína bruta (PB) na dieta é suficiente para promover o crescimento adequado de PLs de camarão, melhorado com a suplementação de 10 g taurina/kg de ração. Isso mostra que a oferta adequada de proteína auxilia no desenvolvimento animal e ainda é capaz de reduzir as concentrações da amônia na água do cultivo. Também, Velasco, *et al*. (2000) no estudo *Dietary protein requirement for Litopenaeus vannamei*, avaliaram o nível de proteína bruta e de lipídios necessários ao crescimento dos camarões cultivados em sistemas de recirculação, a fim de determinar a dieta ideal para o desenvolvimento das PL. Neste experimento observaram que dietas com nível de proteína entre 18 e 20% e níveis de lipídios não inferior 11%, eram adequadas para proporcionar o crescimento das PL. Segundo Kubtza (2003), as rações com percentuais de 35 a 40% de proteína de farinha de peixes e de outros animais são suficientes para o desenvolvimento de Pls de peixes, sendo desnecessários valores superiores, pois os animais podem contar com alimentos naturais.

Pontes *et al* (2010) ao estudarem o efeito da substituição temporária de ração para camarão por ração para frango de corte, na criação do *L. vannamei* juvenis, obtiveram resultados semelhantes no crescimento dos animais cultivados com os dois tipos de

rações. Do mesmo modo Abe et al. (2008) substituíram a farinha de peixe por farelo de soja em dietas, a fim de observarem a sobrevivência e crescimento do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis*. Constataram que a dieta com 60% de substituição resultou em ganho de peso, em relação a dieta controle, sendo, portanto recomendada por proporcionar um maior crescimento em PLs do camarão-rosa. Silva (2000) encontrou resultados similares ao substituir cerca de 75% da farinha de peixe, nas rações para o camarão marinho *L. vannamei*, por ingredientes vegetais como farelo de soja, milho e protenose. Cuzon, et al (2004) destacam que embora seja utilizada farinha de peixe como fonte de proteína é necessário substituí-la totalmente ou parcialmente com proteínas vegetais, como forma de aumentar a oferta de aminoácidos. Devendo avaliar a digestibilidade da proteína, bem como a composição de aminoácidos essenciais.

Tais pesquisas corroboram as recomendações de Tacon (2002) pela busca alternativa de proteína animal. Ele também sugere a utilização de insumos da indústria agropecuária, como carne, ossos e farinha de carne bovina, farinha de frango, vísceras de aves, farinha de sangue e as misturas de proteínas especializadas, gorduras provenientes dos sebos industriais, sebos comestíveis de carne, banha, gordura amarela, gorduras de grau alimentício e produtos diversos como fígado, pulmão, etc. como fontes viáveis de proteína e outros nutrientes indispensáveis ao desenvolvimento dos animais.

5.3 Análises bromatológicas dos camarões

Segundos os resultados encontrados podem-se constatar que as amostras de camarões do TI (78,9%), TO (80,6%) e do mercado local (77,6%), apresentaram percentuais elevados de umidade, o que não foi constatado para os camarões industrializados (74,5%). Quanto as concentrações de proteína, todas as amostras de camarão mostram teores semelhantes de proteínas, em torno de 20%, sendo ligeiramente menor nos camarões do mercado local e do TO. A quantidade de lipídios apresentou pouca variação entre as amostras (1,64; 1,13; 0,71 e 0,72%) para as amostras do Industrializado, e Mercado local, TI e TO, respectivamente. Quanto aos carboidratos as amostras de TI (2,3%) e TO (1,58 %) são as que apresentam maiores concentrações, seguidos do Industrializado (1,42 %) e Mercado local (1,07%).

Os resultados apontam que os camarões do TO possuem composição nutricional semelhantes aos camarões cultivado no TI e aos comercializados no Mercado local e Industrializado. Ao analisar os resultados da composição dos camarões de TO (18,73%),

(0,72%) pode-se constatar que apresentam teores de proteína e lipídios inferiores aos animais de TI (21,17%) e (0,71%), no entanto, os animais se desenvolveram adequadamente com pequenas variações estatísticas. Esse desempenho em TO pode estar relacionado com a oferta de perifíton, que pode ter contribuído na oferta de proteínas, vitaminas e sais minerais (MARTINS, FERNANDES, 2011; MOSCHINI-CARLOS, 1999).

Tabela 07. Composição nutricional das camarões

Composição %	Camarão Industrializado	Camarão Mercado Local	Camarão Tratamento Industrial	Camarão Tratamento Orgânico
	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA
Umidade	74,47	77,63	78,9	80,59
Cinzas	2,26	1,81	1,52	1,54
Proteína	20,20	18,46	21,17	18,73
Lipídio	1,64	1,13	0,71	0,72
Carboidrato	1,42	1,07	2,3	1,58

Os pescados são umas das principais fontes de proteínas para o homem. Elas exercem função estrutural no organismo humano, participando da constituição de enzimas, tecido, hormônios, dentre outros. Por serem alimentos com aminoácidos essenciais, com grandes concentrações de umidade, altos teores de gorduras insaturadas facilmente oxidáveis e pH próximo da neutralidade, os micro-organismos se desenvolvem rapidamente. Desta forma são alimentos altamente perecíveis, sendo facilmente degradados por micro-organismos presentes no corpo hídricos, contaminados por manipuladores e pela sua microbiota no *pos morten*. Embora os camarões sejam crustáceos, sua composição nutricional é muito semelhante aos pescados de um modo geral, variando um pouco conforme espécie. O diferencial dos crustáceos para os demais tipos de pescados são os percentuais de carboidratos. Estes apresentam maiores percentuais em relação aos pescados, mas com predomínio da umidade e proteínas, respectivamente (FRANCO, LANDGRAF, 1996, SOARES, GONÇALVES, 2012).

5.4 Análises físicas, químicas e microbiológicas da água dos tanques de cultivo

Os valores médios das análises das águas dos tanques TO e TI, estão expressos na Tabela 4, e os dados de todas as análises e a estatística destes podem ser encontrados no Apêndice B e C, a fim de comparar com os valores máximos permitidos (VMP) pela Resol. CONAMA nº 430/2011, referente às condições e padrões de lançamento de efluentes, onde se lê no Art. 16:

“Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente no corpo receptor desde que obedeçam as condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis”

Além de avaliar se o despejo destas águas poderia afetar a qualidade de um corpo receptor, também foram observados os valores máximos permitidos (VMP) dispostos na Resol. nº 357/2005, onde as águas utilizadas para aquicultura e atividade de pesca, são classificadas como classe 1. Como este estudo foi desenvolvido em um sistema onde as águas dos tanques foram preparadas sob condições controladas, e estavam expostas apenas à ação natural do tempo como chuvas e ventos, as mesmas foram consideradas como um mesocosmo.

As águas dos tanques de cultivo, depois da despesca, foram consideradas como efluentes da carcinicultura. Observando os dados, em relação à Resol. 430/2011, pode-se constatar que qualidade da água dos tanques, após o término do experimento, tanto TO como TI, estavam em acordo com os VMP, em relação a pH e temperatura, com exceção da amônia que a apresentou em TI valor fora dos limites estabelecidos nesta Resolução. Considerando a água dos tanques como própria para aquicultura, salobra classe 1, as variáveis medidas estão em conformidade com a Resol. 357/2005, exceto para nitrato e fosfato. Nos tanques TI, a concentração de nitrato variou de 3,7 até 0,0 mg/L, na fase final do cultivo, enquanto que em TO apenas nos primeiros dias de cultivo foi constatada a presença de nitrato (1,50 mg/L). Em relação ao fosfato e amônia somente se pode inferir que ultrapassaram os VMP, porque a metodologia empregada expressa os resultados na forma de fosfato solúvel e amônia ionizada.

Tabela 08. Resultados médios das análises físicas e químicas da água dos tanques TO e TI

Parâmetro	Tratamento		Resol. CONAMA 357/2005	Resol. CONAMA 430/2011
	TO	TI	Água salobra (classe 1)	
pH	8,44 ± 0,28	8,31 ± 0,29	6,5 – 8,5	5,0 – 9,0
OD (mg/L)	9,01 ± 2,43	9,3 ± 2,47	≤5mg/L O ₂	NE
Salinidade (%)	4,6 ± 2,68	7,1 ± 4,04	≥ 0,5 ‰ e ≤ 30 ‰	NE
P- PO₄³⁻ (mg/L)	0,16 ± 0,10	0,12 ± 0,08	0,062*	NE
N- NH₄⁺ (mg/L)	0,04 ± 0,04	0,23 ± 0,30	0,40**	20,0**
N- NO₃⁻ (mg/L)	0,55 ± 0,78	1,07 ± 1,02	0,40	NE
N- NO₂⁻ (mg/L)	0,02 ± 0,03	0,03 ± 0,05	0,07	NE
DQO (mg/L)	148 ± 56,97	166 ± 93,18	NE	NE
Clorofila- <i>a</i> (µg/L)	111,2 ± 81,65	82,2 ± 70,20	NE	NE
Temperatura (°C)	27,8 ± 2,79	27,3 ± 2,57	<40	< 40

*Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total) mg/L P

**VMP referente a nitrogênio amoniacal total (mg/L N)

pH

Embora os valores de pH tenham variado no início, em ambos os tratamentos, estes apresentam o mesmo perfil mantendo-se praticamente constante, entre 8,0 e 8,6. Assim, pode-se dizer que não houve diferença significativa entre as médias, considerando cada tratamento de forma isolada. Com relação aos testes de normalidade para o pH da água, conclui-se que as médias são iguais para os dois tipos de tratamento, corroborando o argumento que as condições ambientais foram iguais para os animais do TO e TI.

Valores de pH em torno de 9 e 10, influenciam na toxicidade da amônia total, tornando-a um risco para peixes e camarões, pois o pH elevado aumenta a concentração da forma não ionizada da amônia na água (NH₃), o que interfere na concentração

endógena nos animais, causando um processo de autointoxicação (REIS, MENDONÇA, 2009). Segundo Alves e Melo (2007), o pH interfere significativamente na solubilidade de muitos micronutrientes importantes, tais como do fósforo, ferro, cobre, manganês e zinco. Por exemplo, em pH ácido, o fósforo se liga ao ferro e ao alumínio tornando-os indisponíveis para assimilação. Entretanto, em um pH de 6,5, este elemento encontra-se em solução, livre e amplamente disponível para ser fixado pelas microalgas presentes no fitoplâncton.

Oxigênio dissolvido (OD)

Em relação ao OD foi possível constatar que os níveis permaneceram constantes, dentro dos VMP, para águas classe 1. Com avaliação estatística percebe-se que há normalidade nos resultados de OD em ambos os tratamentos (Teste t-student) e com um nível de significância de 5%, os teores de OD são em média iguais para os dois tipos de cultivos. O OD constitui um excelente indicador da qualidade da água, pois níveis abaixo de 5 mg/L, podem prejudicar o desenvolvimento do animal, e favorecer o crescimento de bactérias anaeróbias, que produzem grande quantidade de compostos redutores, consumindo grande quantidade de oxigênio (ESTEVES, 1998). A concentração do OD num corpo d'água é controlada por vários fatores, dentre eles a pressão atmosférica, temperatura e salinidade do meio, havendo aumento da solubilidade do meio líquido com redução da altitude local, temperatura e salinidade da água, além da ocorrência dos processos biológicos e físico-químicos no corpo hídrico. Estes indicadores estão intrinsecamente relacionados com a solubilidade do oxigênio no corpo hídrico (FIORUCCI, BENEDETTI FILHO, 2005; ESTEVES, 1998; MACÊDO, 2007).

A elevação do OD na etapa final em TO (9,01 mg/L) e TI (9,3 mg/L) pode estar relacionada ainda com a concentração de fitoplâncton, devido a atividade fotossintetizante do meio. Ao comparar os níveis de OD com os fosfatos e a clorofila-*a* presentes em TI e TO, nota-se que há aumento na concentração dessas variáveis, na mesma proporção em ambos tratamentos. Embora os níveis de OD sejam influenciados pela temperatura, neste experimento, aparentemente não sofreram influência muito provavelmente devido à aeração constante e pela atividade do fitoplâncton.

Salinidade

A salinidade constitui um parâmetro de grande importância para avaliar a qualidade do cultivo, pois os teores de sais dissolvidos alteram o equilíbrio iônico da água. Mesmo com uma variação de salinidade entre 0 e 10 ‰, os testes de normalidade para este parâmetro mostraram uma distribuição normal, apontando com um nível de significância de 5%, que a salinidade é igual para os dois tipos de cultivos e, aparentemente, não interferindo no desenvolvimento dos animais.

A redução nos níveis de salinidade, no final do cultivo, pode estar relacionada com a troca de água em dois tanques de cada tratamento (TO3 e TO4; e TI1 e TI2), além da ocorrência de fenômenos como a evaporação da água e a precipitação dos sais. Embora o cloreto de sódio utilizado para aumentar a salinidade nos tanques, seja muito solúvel, a redução pode ter sido motivado por saturação do meio provocando a precipitação. Em trabalho realizado por Maicá, *et al.*, (2014) a fim de observarem o efeito sobre a qualidade da água de cultivo de *L. vannamei* juvenis, em um sistema super-intensivo sem troca de água, relataram que em níveis mais elevados de salinidade houve um aumento significativo na alcalinidade e nas concentrações de sólidos totais e suspensos, no nitrito e fosfatos.

Cuzón, *et al* (2004) relatam diferenças entre o crescimento ideal dos peneídeos em altas concentrações de salinidade, mostrando que a taxa de crescimento para *L. vannamei* foi mais rápida em água salgada, pois a salinidade em baixas concentrações, o camarão utiliza as proteínas disponíveis como fonte de aminoácidos para manter a pressão osmótica e para seu crescimento, aumentando assim a excreta da amônia, subproduto do metabolismo das proteínas.

Segundo Vinatea (1997), a evaporação da água e a precipitação dos sais, constituem os principais fatores que afetam a salinidade nas fazendas de cultivo do camarão marinho. Este autor destaca também que a faixa ideal de salinidade para o cultivo destes animais pode variar entre 15 e 25 g/L. Mendes et al. (2006), em estudo com PLs do camarão *L. vannamei*, em água doce (0,0 ‰), com diferentes concentrações de cal hidratada e duas dietas, formuladas à base de ração comercial para camarão e biomassa de artêmia, constatou que as PLs podem ser aclimatadas em água doce na concentração de salinidade e que o aumento da concentração de cal e de artêmia na ração melhoraram significativamente seu desenvolvimento. Estudos como esse apontam a possibilidade de cultivo do *L. vannamei* em baixas concentrações de salinidade, sem prejuízo do desenvolvimento.

Temperatura

Embora os tanques de cultivo do TO estivessem expostos ao sol e os tanques do TI protegidos parcialmente pela sombra de uma árvore no local do experimento, as temperaturas não oscilaram significativamente, variando de 24 a 31 °C em ambos os tratamentos. Estatisticamente a temperatura foi constante durante todo o bioensaio nos dois tratamentos. Considerando um nível de significância de 5%, não se pode rejeitar a hipótese nula da igualdade dos parâmetros entre os tratamentos, ou seja, temperatura é em média igual para os dois tipos de cultivo.

O monitoramento da temperatura é de grande importância para a carcinicultura, pois está intrinsicamente associada a uma grande variedade de processos biológicos como crescimento, taxa de alimentação e metabolismo dos animais pecilotermos (ALVES, MELO, 2007). O aumento excessivo da temperatura pode causar a morte de animais pecilotermos, como os camarões por exemplo. Essa característica permite aos camarões regularem sua temperatura conforme o meio onde estão inseridos. Isso influencia significativamente, pois a redução ou elevação da temperatura a valores muito além dos suportados pelos animais interfere diretamente em seu metabolismo, alimentação, consumo de oxigênio dissolvido, excreção de amônia e outros compostos nitrogenados (ALVES, MELO, 2007; (ALATORRE-JACOME et al. 2011). Sua intrínseca relação com o pH e OD interfere nas concentrações de amônia, nos animais. Quando a temperatura se eleva, conseqüentemente há um aumento no consumo de OD pelos organismos aquáticos. Tal situação favorece a produção de CO₂ e a excreção de amônia pelos camarões. Quando as concentrações de CO₂ estão elevadas pode interferir nos níveis de pH, que por sua vez influencia em muitos processos físico-químicos, como na disponibilidade de fósforo e amônia que estão diretamente relacionados com a produtividade primária, bem como em toda a cadeia trófica da qual o camarão faz parte (ALVES, MELO, 2007). Pelo exposto acima, a temperatura é um importante fator físico que deve ser acompanhado frequentemente na aquicultura.

Fósforo (fosfatos)

Os níveis de fosfatos, nas coletas iniciais, foram semelhantes em ambos os tratamentos, mantendo-se constante durante um certo período do experimento e elevando-se no fim do cultivo. Levando em consideração os valores médios obtidos para fosfato

solúvel (TO = 0,16 mg/L e TI = 0,12 mg/L), pode-se deduzir que as concentrações de fósforo ultrapassaram os valores estabelecidos na legislação, uma vez que a Resol. CONAMA 357/2005 estabelece VMP, de 0,062 mg/L P, na forma de polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total). Já a Resol. 430/2011 não faz referência ao teor permitido de qualquer espécie de fósforo.

Com base nas análises estatísticas (Teste não-paramétrico de Wilcoxon) verificou-se que a um nível de significância de 5%, não podemos rejeitar a hipótese nula da igualdade, pois são em média iguais para os dois tipos de cultivo. Desta forma estatisticamente não se pode rejeitar a hipótese nula de igualdade ao nível de significância de 5% ($p\text{-valor} > 0,05$), apontando que as condições ambientais foram às mesmas para os dois tipos de cultivo.

O fósforo constitui um dos mais importantes elementos na cadeia trófica devido não só ao fato de fazer parte do metabolismo de inúmeros seres vivos, como da importância ambiental deste nutriente, que pode ser utilizado como indicador de poluição, especialmente a humana, pois está presente em fertilizantes, despejos domésticos e industriais, detergentes e excrementos animais, pode também fazer parte das fezes dos camarões (DANELON, *et al.*, 2012). Segundo Garcia *et al.*, (2009) este elemento assim como o nitrogênio, se destaca na aquicultura devido à sua grande relevância no desenvolvimento do fito e zooplâncton, como também no processo de eutrofização dos corpos hídricos (BOYD, 2000). A eutrofização é o aumento da concentração de nutrientes nos ecossistemas aquáticos, especialmente fósforo e nitrogênio, que levam a proliferação de algas e outros microrganismos aquáticos que alteram as condições físicas e químicas do meio (ESTEVES, 1998).

Por se tratar de uma tecnologia cujos tratamentos são em circuitos fechados, a presença do fosfato, nesses sistemas, está intrinsicamente relacionada ao alimento fornecido. Desta forma é imprescindível acompanhar os níveis de fosfatos e amônia devido a estreita relação que mantêm com outros parâmetros físico e químicos, bem como com a qualidade da água.

O fósforo constitui um dos mais importantes elementos na cadeia trófica devido não apenas ao fato de fazer parte do metabolismo de inúmeros seres vivos, como da importância ambiental deste nutriente, que pode ser utilizado como indicador de poluição, especialmente a humana, pois está presente em fertilizantes, despejos domésticos e industriais, detergentes e excrementos animais, pode também fazer parte das fezes dos camarões (DANELON *et al.*, 2012). Segundo Garcia *et al.*, (2009) este elemento assim

como o nitrogênio, se destaca na aquicultura devido à sua grande relevância no desenvolvimento do fito e zooplâncton, como também no processo de eutrofização dos corpos hídricos (BOYD, 2000). A eutrofização é o aumento da concentração de nutrientes nos ecossistemas aquáticos, especialmente fósforo e nitrogênio, que levam a proliferação de algas e outros microrganismos aquáticos que alteram as condições físicas e químicas do meio (ESTEVES, 1998).

Por se tratar de uma tecnologia cujos tratamentos são em circuitos fechados, a presença do fosfato, nesses sistemas, está intrinsicamente relacionada ao alimento fornecido. Desta forma é imprescindível acompanhar os níveis de fosfatos e amônia devido a estreita relação que mantem com outros parâmetros físico-químicos, bem como com a qualidade da água.

Amônia

As concentrações de amônia, na forma não ionizada (NH_4^+), foram praticamente constantes exceto na última coleta quando houve um aumento súbito nos cultivos TI, indo de 0,15 para 1,26 mg/L. Esta elevação pode estar relacionada com a presença de animais mortos em dois tanques desse tratamento. Avaliando o estágio de desenvolvimento desses animais como a cor, consistência e composição anatômica, pode-se concluir que serviram, parcialmente, como alimento para os animais sobreviventes, visto que alguns foram encontrados sem as cabeças (Apêndice D). As causas da mortalidade desses animais ainda não foram esclarecidas e no TO não foram encontrados animais mortos.

Por meio de análises estatísticas observou-se que a amônia apresentou as maiores diferenças com relação à média, quando comparados TO e TI. Por não seguir uma distribuição normal foi utilizado Teste não paramétrico de Wilcoxon, que apontou a um nível de significância de 5% ($p\text{-valor} > 0,05$), onde a amônia é em média igual para os dois tipos de cultivo.

A baixa concentração da amônia na água dos tanques TO, variando de 0,05 até 0,12 mg/L, pode estar relacionada à presença de perifíton nos tanques de cultivo e no filtro instalado. A associação destes microrganismos permite a melhoria da qualidade da água, uma vez que podem utilizar os nutrientes disponíveis para seus processos metabólicos. Estes por sua vez tornam-se fontes de alimentos para os camarões (MARTINS, FERNANDES, 2011; MOSCHINI-CARLOS, 1999).

Por meio de análises estatísticas observou-se que a amônia apresentou as maiores diferenças com relação à média, quando comparados TO e TI. Por não seguir uma distribuição normal foi utilizado Teste não paramétrico de Wilcoxon, que apontou a um nível de significância de 5% ($p\text{-valor} > 0,05$), onde a amônia é em média igual para os dois tipos de cultivo.

Nas soluções aquosas, a amônia pode se apresentar sob as formas não-ionizada (NH_3) ou ionizada (NH_4^+), sendo essas espécies intercambiáveis e a soma de suas concentrações constitui a amônia total ou nitrogênio amoniacal total (REIS, MENDONÇA, 2009). A amônia, na forma NH_3 , é considerada um dos elementos mais tóxicos ao ecossistema aquático porque quando os níveis, nos corpos hídricos, estão elevados pode comprometer o desenvolvimento e até levar à morte de peixes e crustáceos, especialmente os camarões. Sua toxicidade é potencializada quando o pH é ácido e transforma a amônia total (N- NH_4^+) em amônia não ionizada (NH_3), que é a forma mais tóxica (BOYD, 1998; ABCC, 2004). Decorrente do metabolismo dos animais, especialmente da decomposição das proteínas, a amônia pode ser metabolizada por bactérias, reutilizada pelos vegetais ou ser nitrificada a nitrato por meio de bactérias quimioautotróficas (VINATEA, 1997).

Outro aspecto relevante são as quantidades de proteína presentes nas rações ofertadas aos animais. Alatorre-Jácome *et al.* (2011) apontam que a inserção deste elemento na aquicultura de um modo geral está relacionada com a quantidade de alimentos ofertado, o que leva a posterior decomposição dos resíduos e fezes dos animais. Além da quantidade ofertada é importante avaliar a composição das rações. Rações com altos teores de aminoácidos aumenta a excreção de amônia pelos peixes e camarões. As rações ofertadas (RI) e (RO) possuem teores proteína em proporções distintas, (48,29 e 44,3 %) para RI e (37,78 e 18,64 %) para RO nos primeiros e segundos lotes respectivamente (Figura 14). Os teores de proteína de RI estão acima do recomendável por Tacon (2002), enquanto os valores encontrados em RO estão mais próximos aos recomendados.

Em trabalho realizado por Sevilla *et al.* (2004), em cultivo intensivo de camarões *L. vannamei* em tanques com circulação parcial de água e com o emprego de um filtro biológico, os níveis de amônia na despesca foi de 0,8 mg/L de N- NH_3 e após a passagem pelo filtro biológico foi de 0,3 mg/L de N- NH_3 . Segundo ZELAYA, et al. (2001), em pesquisa comparativa entre três tratamentos, cujo cultivos de camarões ocorreram em

tanques de polietileno, foram conduzidos: I) um cultivo de alta densidade com recirculação de água; II) um cultivo de alta densidade sem recirculação de água; e III) cultivo de baixa densidade sem circulação de água, foram observadas reduções significativas nas concentrações de nitrogênio total, nitrogênio amoniacal e nitrito nos cultivos com circulação de água em relação ao cultivo sem circulação de água.

Segundo Campos *et al.* (2012) os níveis críticos de concentração de amônia é de 5mg/L para juvenis de camarão-rosa (*Farfantepenaeus brasiliensis*). Neste estudo os camarões expostos a solução de amônia tiveram mortalidades em 24 horas a partir desta concentração, enquanto a mortalidade total ocorreu com 40mg/L. Em 48 horas, a mortalidade total ocorreu a partir de 30mg/L e para 72 e 96 horas a mortalidade total ocorreu a partir de 20mg/L. Boyd e Tucker (1998) apontam que os limites aceitáveis para as concentrações de NH_4^+ para a aquicultura abrange a faixa de 0,2 a 2,0 mg/L, como forma de reduzir os níveis de mortalidade dos animais por exposição a essa substância tóxica. De acordo com Alatorre-Jacome *et al.* (2011) para controlar as concentrações de amônia em sistemas de recirculação de água, é necessário programar a alimentação ofertada avaliando a composição nutricional das rações, acompanhando ainda os níveis de pH, o incremento da atividade microbiológica dentro da lagoa, além da adição do biofiltro.

Nitrato e Nitrito

As concentrações de nitrato e nitrito, em ambos os tratamentos, seguiram uma tendência de diminuição ao longo do experimento e comportamentos semelhantes, com altas concentrações iniciais de nitrato (3,7 e 1,5 mg/L em TI e TO, respectivamente) e não detectáveis no período da despesca. Embora não previsto na Resol. 430/2011, estes teores estão bem acima dos estabelecidos na Resol. 357/2005, que é de 0,40 mg/L e os dados estatísticos apontam que o nitrato não está distribuído normalmente. Utilizando o Teste não paramétrico de Wilcoxon, para apontar almejada normalidade, com o objetivo de verificar possíveis diferenças entre os grupos de tratamentos nos parâmetros observados, não é possível rejeitar a hipótese nula de igualdade com um nível de significância de 5% ($p\text{-valor} > 0,05$), indicando que as condições ambientais provavelmente foram semelhantes para ambos os tratamentos.

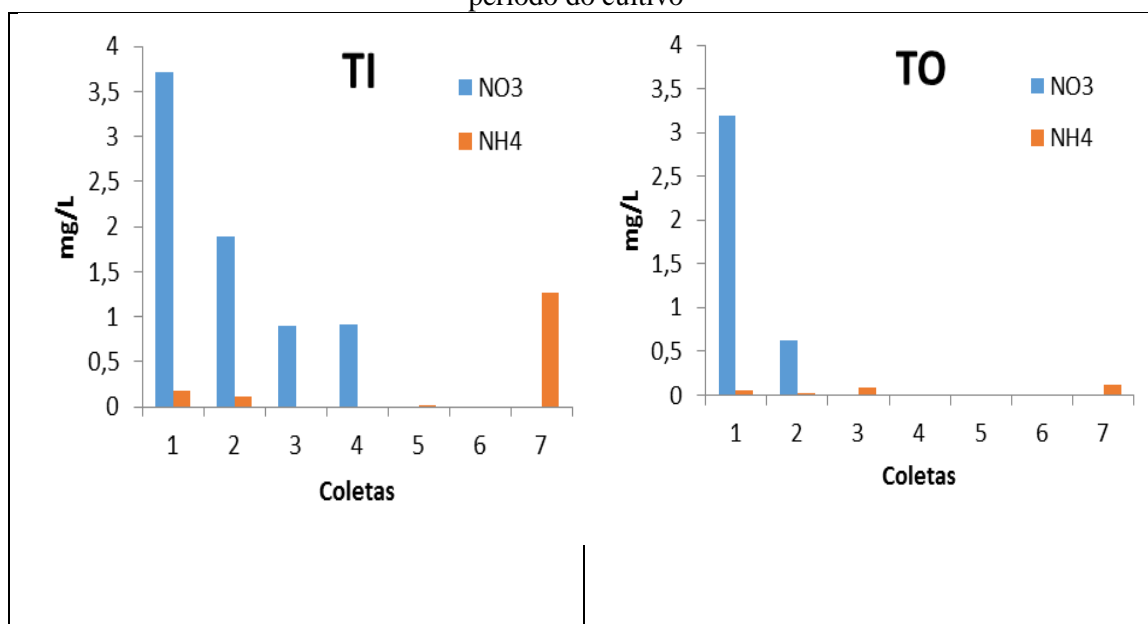
O nitrato é um subproduto da degradação da amônia que é convertida a este através do processo de nitrificação realizados por bactérias quimioautotróficas, como do

gênero *Nitrosomonas* (que realizam a oxidação da amônia a nitrito) e do gênero *Nitrobacter* (que oxida o nitrito a nitrato), sendo o nitrito um produto intermediário (VINATEA, 1997; KUBITZA, 2006; ESTEVES, 1998). Embora esse elemento seja pouco tóxico aos organismos vivos, Boyd e Tucker (1998) recomenda que as concentrações de nitrato na carcinicultura variem de 0,2 a 10mg/L. Concentrações muito elevadas podem prejudicar as funções de osmorregulação das brânquias, o que poderia ocasionar a morte dos indivíduos (NEVES, *et al.* 2007).

O nitrito só foi detectado no início do cultivo, com teor máximo de 0,10 mg/L em TO e 0,19 em mg/L em TI. Valores acima do recomendado poderia afetar os animais, que segundo, Boyd e Tucker (1998) a concentração máxima aceitável é de 0,3mg/L, em viveiros de carcinicultura. Como produto intermediário da degradação da amônia por bactérias quimioautotróficas, o nitrito é um elemento tóxico aos animais bentônicos. Segundo Lin e Chen, (2003) *apud* Costa *et al* (2008) o acúmulo do NO_2^- na água pode deteriorar a sua qualidade, além de reduzir o crescimento dos animais, aumentar o consumo de oxigênio e excreção da amônia, e até mesmo causar alta mortalidade dos camarões.

A Figura 16 ilustra o comportamento do nitrato e amônia durante o desenvolvimento do cultivo, com evidente diminuição da concentração de nitrato e aumento no teor de amônia, principalmente no TI.

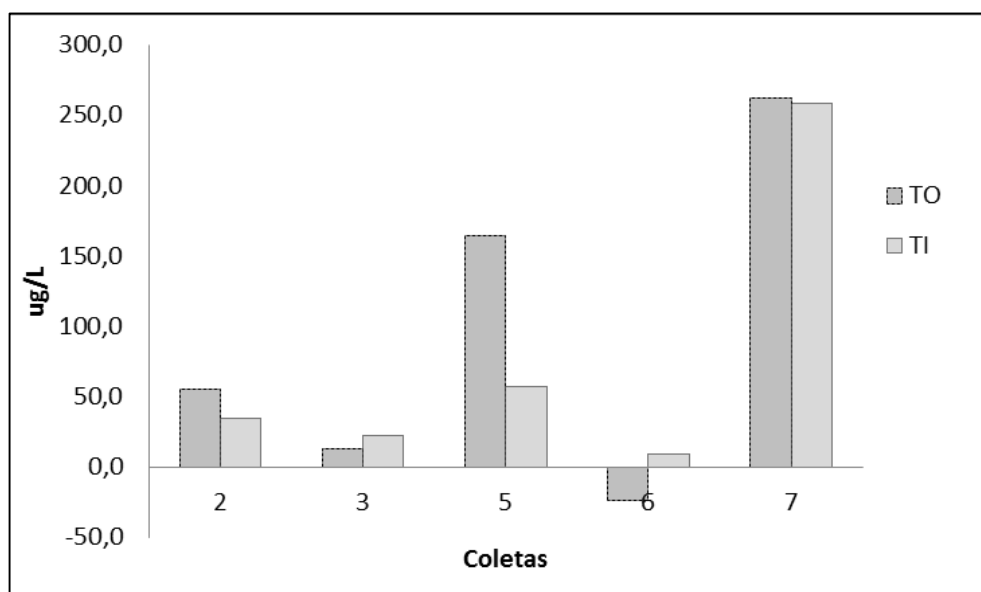
Figura 12. Comparação das concentrações de nitrato e amônia em TI e TO durante o período do cultivo



Clorofila-*a*

Quanto aos níveis de clorofila-*a* ambos os tratamentos apresentaram um comportamento semelhante no início do cultivo com um declínio no segundo mês e posterior elevação no final do cultivo. No TO a alteração foi mais significativa triplicando seus valores iniciais no segundo mês, e após esse aumento houve uma redução nos níveis de clorofila-*a* no TO seguido de um crescimento exponencial no fim do experimento. No TI as concentrações de clorofila- *a* apontam um discreto crescimento no segundo mês do experimento, seguido de uma pequena redução, com posterior crescimento, como mostra a Figura 17.

Figura 13. Concentração de clorofila-*a*, em TO e TI durante o período do cultivo



Embora as médias sejam iguais para ambos os tratamentos, TO apresentou uma concentração de clorofila-*a* maior (111,22 $\mu\text{g/L}$) em relação a TI (82,82 $\mu\text{g/L}$). Isso pode ser justificado pela oferta de zôo e fitoplâncton que ao ser introduzido no tratamento aumentou a oferta de nutrientes e de algas marinhas fotossintetizantes. Esse crescimento pode ser justificado ainda pela exposição dos tanques do TO ao sol em detrimento do TI que estavam parcialmente cobertos por uma árvore existente no local. Com base nos resultados estatísticos, verifica-se que a clorofila apresenta as maiores diferenças com relação à média, quando consideramos os dois tipos de tratamentos. Embora a clorofila

para o TO (81,65 µg/L) apresente maior desvio padrão em relação ao TI (70,20 µg/L), as análises de normalidade (Teste não paramétrico de Wilcoxon) apontam um nível de significância de 5% ($p\text{-valor} > 0,05$), não sendo possível rejeitar a hipótese nula da igualdade entre os tratamentos, ou seja, a clorofila é em média igual para TO e TI.

A clorofila constitui um pigmento fotossintetizante encontrado em grande grupo de vegetais e outros organismos autótrofos como as algas e cianobactérias, utilizada como indicadora da biomassa fitoplanctônica em ambientes aquáticos. A quantificação da clorofila é imprescindível para avaliar não apenas o grau de eutrofização de um ambiente aquático, mais também a produtividade primária, na interpretação de resultados de análises físicas e químicas, bem como indicador o estado fisiológico do fitoplâncton (CETESB, 2014). Devido a sua instabilidade diante de fatores físicos e químicos do meio, tais como mudanças do pH, temperatura ou luminosidade excessiva, elas podem sofrer degradação, originando produtos conhecidos como feopigmentos. Desta forma, é imprescindível quantificar a clorofila-*a*, de modo que os valores encontrados possam subsidiar medidas de controle do corpo hídrico (CETESB, 2014). Embora a Resolução CONAMA 357/2005 tenha estabelecido padrões de qualidade para clorofila-*a* para águas doces, classes especial, 1, 2 e 3, inexistem limites para águas salobras classe 1, assim também ocorre em relação à Resol. 430/2011. Contudo, o acompanhamento deste parâmetro é de grande importância porque pode auxiliar na compreensão dos processos fisiológicos do fitoplâncton e suas interações com outros seres vivos nos sistemas aquáticos.

É importante destacar ainda que o cultivo de camarões em tanques constrói um ambiente artificial, um microcosmo, pois o ambiente é limitado (NEVES *et al.*, 2007). Essa característica pode contribuir para a intensificação dos efeitos de alguns parâmetros, como por exemplo nos processos de eutrofização que leva a concentração da clorofila-*a*. Segundo Wetzel, (1983) *apud* Moshini-Carlos (1999), as condições ambientais como turbulência, o tipo do substrato, a temperatura da água e luz, a concentração de oxigênio dissolvido e nutrientes inorgânicos, além das condições do habitat e processos de competição, influenciam diretamente o processo de sucessão das algas periféricas, que podem ocorrer em escala pequena de tempo (horas ou dias). Isso pode estar intrinsicamente relacionado à concentração de nutrientes nos ecossistemas aquáticos, especialmente fósforo em forma de fosfato e nitrogênio presente na amônia e nitrato encontrados em ambos os tratamentos. Esses nutrientes podem ter contribuído para o

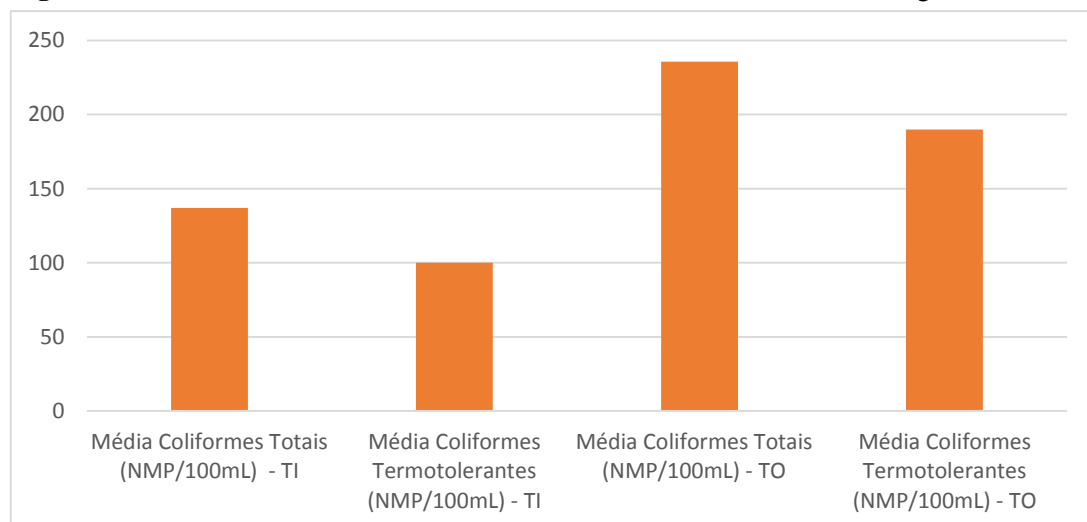
aumento da concentração da clorofila-*a* em TO, que possuía duas estruturas adicionais em dois tanques para promover a oferta extra de alimentos para os animais.

Análises microbiológicas da água

Quanto aos parâmetros microbiológicos, foram avaliados três grupos de micro-organismos, os Coliformes Totais, os Coliformes Termotolerantes e as bactérias totais heterotróficas mesófilas. Integrante da família das enterobactérias ou enterobacteriáceas, os Coliformes são um grupo de bactérias características de contaminação da água e alimentos, pois habitam em intestino de aves e mamíferos, inclusive do homem (SILVA *et al.*, 2006).

Este grupo subdivide-se em Coliformes Totais, cujas bactérias não causam doença, e em Coliformes Fecais e Termotolerantes constituídos por um grupo de bactérias que suportam temperaturas acima de 40 de °C, fermentam lactose e estão presentes nas fezes dos animais de sangue quente e no solo, sendo os Termotolerantes importantes indicadores de contaminação fecal. Sua importância como parâmetro de qualidade alimentar e ambiental está na capacidade de indicar a existência de micro-organismos como dos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella*, alguns patogênicos responsáveis pela transmissão de doenças em alimentos e por veiculação hídrica (SIQUEIRA, 1995; FRANCO e LANDGRAF, 1996; CETESB, 2007).

Na carcinicultura, a utilização de indicadores de contaminação alimentar, tais como *Salmonella spp* e *Escherichia coli* são de grande importância para o controle de toxinfecções, pois os camarões são alimentos altamente perecíveis, devido a sua composição protéica, o que justifica a necessidade da existência das condições higiênico-sanitárias satisfatórias para a comercialização e para o consumo humano (SOARES e GONÇALVES, 2012).

Figura 14. Número de Coliformes Termotolerante e Totais em amostras de água do TO e TI

A comparação das médias dos Coliformes Totais e Termotolerantes na água do TO e TI, mostram que no TI os Coliformes Totais a concentração inicial era baixa, com cerca de 14NMP/100 mL assumindo um crescimento exponencial nos meses seguintes. O mesmo ocorreu com os Coliformes Termotolerantes, nesse tratamento, que possui concentrações muito baixas no início do cultivo, cerca de 13 NMP/100mL, com ligeira elevação e uma pequena redução no final do cultivo. Nas amostras TO foram possível constatar um comportamento diferente do TI, onde as concentrações iniciais eram relativamente altas com 260 NMP/100mL e 240 NMP/100mL, para os Coliformes Totais e Termotolerantes, respectivamente. Esses valores declinaram no mês seguinte, havendo um crescimento no final do cultivo para os Coliformes Totais e persistindo o declínio nos Termotolerantes. Todos os dados das análises microbiológicas encontram-se representados na Figura 1 e estão disponíveis no Apêndice E.

A concentração dos Coliformes no início do cultivo no TO pode estar relacionada com o fornecimento do zooplâncton e fitoplâncton durante os dois meses do experimento, que serviram de substrato para o desenvolvimento dos microorganismos. No processo de produção do caldo estimulador do zooplâncton e fitoplâncton, foram utilizados compostos orgânicos produzidos com resíduos alimentares coletados na comunidade. Esses resíduos foram acumulados ao solo e formados em pilhas, semelhante ao processo de compostagem tradicional. O produto final, o composto orgânico foi adicionado à água coletada do mar para estimular o desenvolvimento dos zooplâncton e fitoplâncton marinhos. Associado a isto, houve a oferta de ração orgânica, que por ser elaborada a partir de resíduos alimentares, tais como frutas, verduras, carne e vísceras de peixes, que não sofreram nenhum pré-processamento térmico antes da fabricação da ração,

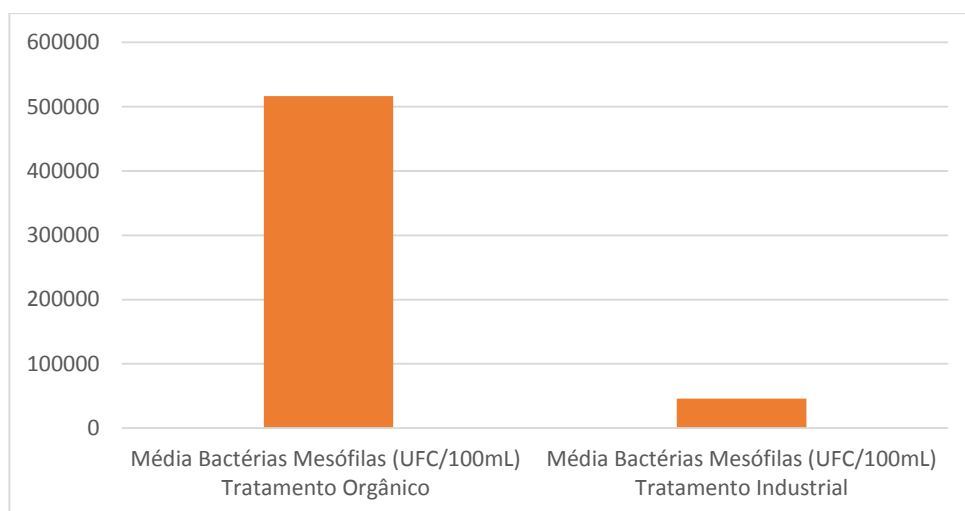
mantiveram sua carga natural de micro-organismos, contribuindo assim para os valores encontrados.

Outro aspecto relevante na produção da ração animal é a manipulação de alimentos, pois constitui um importante acesso e desenvolvimento dos micro-organismos em toda cadeia produtiva. O local adequado, bem como a higienização necessária dos manipuladores e dos utensílios poderá contribuir na redução da contaminação microbiológicas da matéria-prima das rações.

Embora o TI tivesse recebido também o zooplâncton e fitoplâncton no início do cultivo o desenvolvimento microbiológico não foi semelhante, provavelmente pelo tipo de ração fornecida. Nesta perspectiva é importante avaliar que em ambos os tratamentos as concentrações dos Coliformes Termotolerantes eram divergentes, pois iniciaram com elevação no TO e muito baixa no TI, manifestando uma redução no TO e um crescimento no TI, com valores aproximados no fim do cultivo.

Estes resultados podem ser confrontados com os parâmetros estabelecidos pela Embora a Resolução CONAMA 357/2005 que dispõe sobre a classificação dos corpos de água, as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Segundo o art. 21 desta Resolução os efluentes das águas salobras de classe 1, cuja a carcinicultura está enquadrada não poderá exceder um limite de 1.000 col. term/100ml em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Neste sentido em ambos os tratamentos dos resultados encontrados estão de acordo com o previsto pela legislação vigente, apontando uma eficiência ambiental dos efluente gerado a partir do cultivo de animais em sistema de recirculação de água.

Figura 15. Número de bactérias mesófilas em amostras de água do TO e TI



Outras bactérias de interesse ambiental e alimentar são as bactérias mesófilas. Elas constituem um grupo de micro-organismos que se desenvolvem com uma temperatura ideal entre 25 e 40 °C, sendo a mínima entre 5 e 25 °C e máxima entre 40 e 50 °C, e são amplamente difundidas nos ecossistemas, pois a faixa de temperatura ao qual sobrevivem é mais comum na superfície da Terra e nos animais. São boas indicadoras de contaminação dos alimentos, pois todas as bactérias patogênicas de origem alimentar são mesófilas, motivo pelo qual é indispensável diagnosticar suas concentrações nos alimentos (SIQUEIRA, 1995; CARVALHO, 2010; FRANCO e LANDGRAF, 1996).

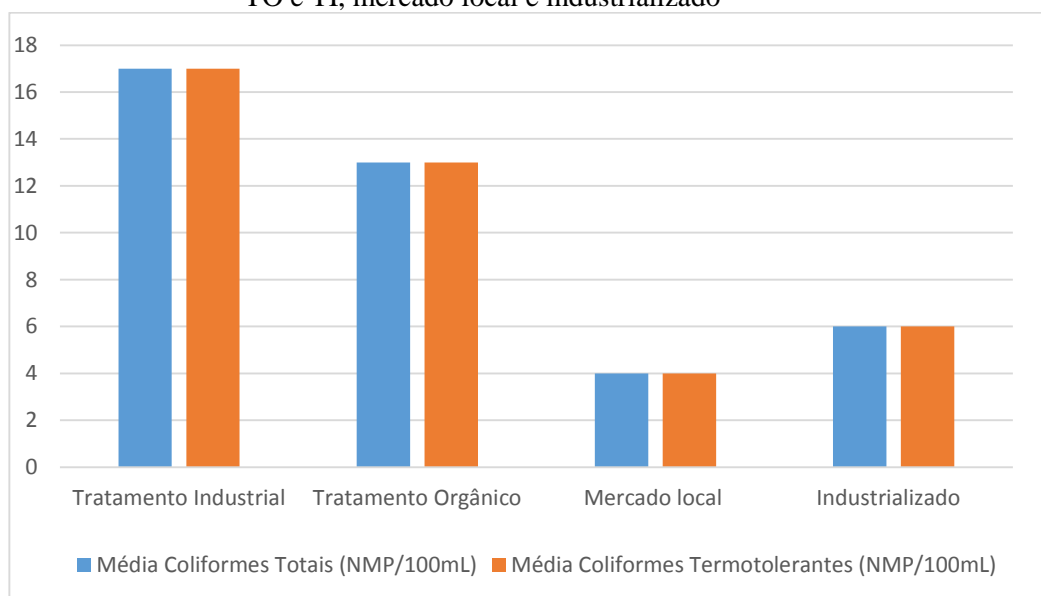
No TI as concentrações das bactérias mesófilas mantiveram-se inferiores aos valores encontrados no TO, com pequeno declínio no segundo mês de cultivo e ligeira elevação no fim do experimento. Contrapondo-se a esse comportamento o TO apresentou durante todo bioensaio valores superiores ao outro tratamento, como um declínio significativo no segundo mês e voltando a se elevar no fim do tratamento, conforme demonstra a Figura 2 do Apêndice E. Tal panorama pode estar associado a possível carga de microorganismos presente nas rações orgânicas, bem como ao zôo e fitoplâncton fornecidos. É importante destacar que ambos os tratamentos possuíram temperaturas ideais para seu desenvolvimento. Outra relação possível para esse diagnóstico é oferta adicional de nutrientes na água do cultivo mantida pelo perifíton presente no TO.

Análises microbiológicas nos camarões

Segundo Gonçalves, (2004), a microbiota encontrada nos crustáceos recém-capturados pode refletir a qualidade da água em que estavam, bem como a água de

lavagem e das condições higiênicas sanitários dos manipuladores. Ao analisar a presença de micro-organismos nos camarões cultivados, os resultados apresentaram um comportamento diferente quando comparados com os valores obtidos nas análises microbiológicas da água.

Figura 16. Número de Coliformes Toatsi e Termotolerantes em camarões do TO e TI, mercado local e industrializado

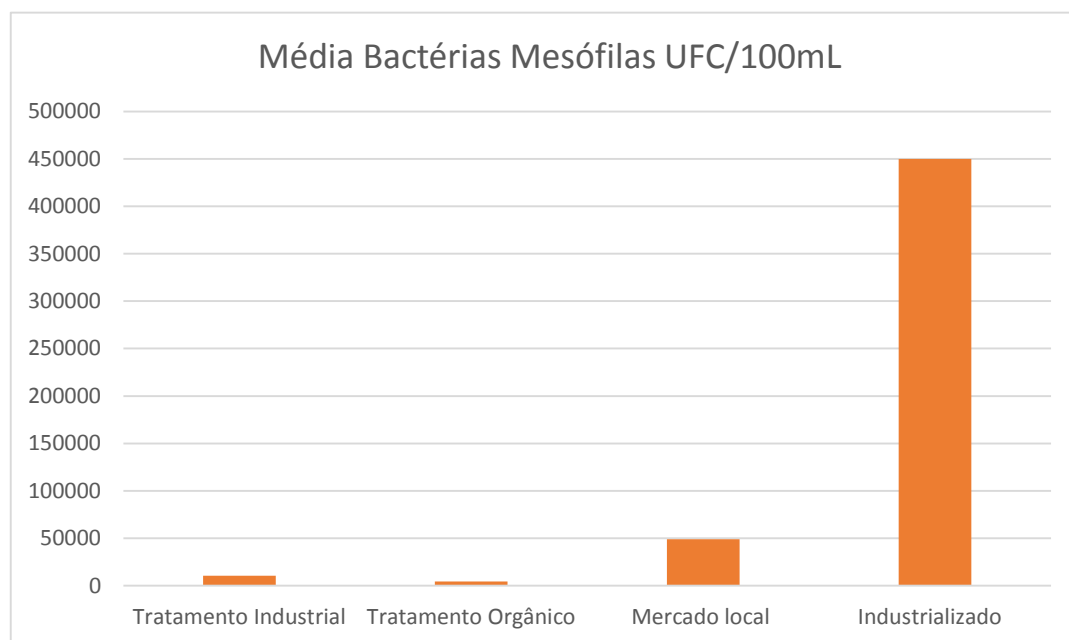


Ao confrontar os resultados das análises de micro-organismos nos camarões, adquiridos junto ao mercado local e os industrializados, pode-se constatar que ambos apresentam concentração menor que nos animais de TI e TO. Tal evento pode estar associado a não aplicação do metabissulfito de sódio ou pirossulfito de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) durante a despesca dos camarões do experimento. Essa substância é comumente utilizada como conservante de alimentos, pois age como oxidante prevenindo o desenvolvimento de microrganismos e o escurecimento enzimático, como por exemplo a melanose ou “black spot” nos camarões (GÓES et al., 2006).

Sua utilização é muito discutida, especialmente pelas concentrações empregadas e pelos impactos ambientais locais gerados, inclusive na saúde dos manipuladores. Alguns estudos, apontam grande eficiência na conservação dos alimentos em sua utilização, como Guimarães (2012), por exemplo. Este estudo apontou que amostras de camarões com metabissulfito de sódio a 1.0% combinadas a elevadas concentrações de CO_2 foram eficientes no controle do desenvolvimento das aminas biogênicas e no prolongamento da vida de prateleira do camarão marinho refrigerado. Em 2006, Góes *et*

al. avaliaram a ação antimicrobiana do metabissulfito de sódio na pós-colheita do camarão *Litopenaeus vannamei*, submetidos as diferentes concentrações (1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9% e 10%), e constataram que esse conservante foi eficiente em todas as concentrações estudadas, evidenciando sua ação antioxidante mesmo em baixas concentrações.

Figura 17. Número de bactérias mesófilas em camarões do TO e TI, mercado local e industrializado



Em relação à análise de bactérias mesófilas nas amostras de camarões (TI, TO, mercado e industrializado) a avaliação dos resultados mostra que o camarão industrializado apresentou maior número de bactérias mesófilas, seguidas daqueles do mercado local, TO e TI (Figura 17). O elevado número de bactérias mesófilas encontradas na amostra industrializada indica que pode ter havido contaminação do alimento, conferindo riscos ao consumidor. A contaminação pode ter ocorrido por diversas fontes, tais como a matéria-prima contaminada, a limpeza e desinfecção dos utensílios inadequadas, higiene insuficiente na produção e condições inapropriadas de temperatura durante a produção ou conservação dos alimentos (SIQUEIRA, 1995).

Segundo Soares e Gonçalves (2012), dentre os micro-organismos mais importantes em alimentos de origem marinha, os principais são os gêneros *Vibrio*, especialmente o *V. parahaemolyticus* que por ser comumente encontrado na água do mar, em regiões costeiras, pode estar associado a processos infecciosos em criações de camarão marinho que utilizam água dessas regiões. Sua contaminação alimentar pode

prejudicar o homem causando gastroenterite aguda, com um quadro disentérico, principalmente após o consumo de peixe *in natura*, mariscos, camarões e ostras.

A Resolução RDC N° 12 de 02 de Janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabelece os Padrões Microbiológicos Sanitários para Alimentos, tais como os pescados, incluindo também os camarões expostos a venda e exportação. As bactérias sobre as quais a legislação estabelece limites são os coliformes termotolerantes (45 °C), as salmonelas e as escherichias razão pela qual se investiga apenas sua presença no alimento. Segundo a Resolução, os valores referentes ao item 7 “d” que trata de *pescado defumado, moluscos e crustáceos, refrigerados ou congelados; produtos derivados de pescado (surimi e similares), refrigerados ou congelados*, a tolerância máxima para as amostras indicativa não poderá ultrapassar 10². Considerando este critério, todas as amostras de camarões se encontram fora dos padrões preconizados pela legislação sanitária, indicando que estes produtos estariam impróprios para consumo humano.

Em todos os casos os resultados sugerem falta de cuidados básicos com a higiene do produto e vários fatores podem ter influenciado na contaminação dos camarões do mercado local e do industrializado que vão desde a pesca, a manipulação inadequada dos animais, estocagem em temperaturas inadequadas, emprego de água e gelo contaminados utilizados no preparo, lavagem e estocagem dos crustáceos. Nos camarões provenientes de TI e TO a contaminação também pode ter ocorrido pela ausência de higiene necessária para a qualidade final do produto. Dentre os fatores favoráveis para contaminação apontados por Siqueira (1995) podemos destacar o armazenamento da ração utilizada na alimentação dos animais de TI e qualidade microbiológica da matéria prima utilizada para a produção da ração orgânica utilizada em TO. Uma possível alternativa, para minimizar estes problemas, seria mais atenção com a qualidade da matéria prima utilizada no preparo da ração com aplicação de um pré-processamento térmico do material utilizado, tanto dos resíduos alimentares como dos utensílios e manipuladores.

6. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos a fim de se avaliar o cultivo orgânico dos camarões *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) nos moldes da produção familiar, podemos concluir que os animais do TO se desenvolveram de maneira similar aos animais do TI, indicando que a oferta de ração orgânica, com aproveitamento de resíduos de matéria orgânica, associada à presença de fito e de zooplâncton, é uma alternativa viável. Outro importante contribuinte para alcançar esse resultado foi o perifíton, pois sua composição pode ter contribuindo na oferta de alimentos aos camarões.

Quanto as análises bromatológicas das rações, foi possível constatar que a ração industrial tem maior percentual de proteínas, umidade e lipídios em relação a ração orgânica. Para aumentar as concentrações destes nutrientes na ração orgânica será necessário aumentar a oferta de proteína e farelo de côco, bem como reduzir a temperatura da estufa onde estão ração foi seca.

Em relação a composição nutricional dos camarões, os cultivados no TO, apresentam pequena variação estatística, havendo uma redução nos percentuais das proteínas quando comparados ao TI, ao mercado local e aos industrializados. Contudo as análises bromatológicas dos animais de TI e TO apontam que ambos os tratamentos os camarões se desenvolveram adequadamente, com pequena variação estatística.

As análises físico-química e microbiológicas da água em TI e TO apontam que ambos os tratamentos atendem parcialmente a legislação ambiental vigente, com pequenas exceções nos parâmetros químicos. Quanto as análises microbiológicas nos camarões de TO e TI é importante destacar que embora os resultados encontrados estejam fora dos parâmetros estabelecidos pela legislação sanitária vigente, os animais da pesquisa não receberam adição de metabissulfito de sódio, antioxidante empregado na conservação dos camarões. Para atender a referida legislação é necessário controlar os pontos críticos de contaminação dos animais, que envolvem desde a seleção e produção da ração orgânica, como na higiene do local e dos manipuladores dos animais após a despescas.

Quanto a avaliação da viabilidade da produção de camarões marinhos em sistema alternativo de cultivo, os resultados desta pesquisa apontam que esta tecnologia necessita de mais pesquisa e ajustes a fim de otimizar os resultados, especialmente no que se refere

à presença de nitrato, amônia e fosfato. Na possibilidade do emprego comercial dessa tecnologia pelos pescadores, será necessário ainda capacitação e orientação voltadas implementar técnicas de boas práticas de fabricação de todo processo produtivo de modo a adequar a produção dos animais a legislação sanitária e ambiental vigentes.

Esses resultados indicam que a ração orgânica associada com a oferta regular de perifítons podem ser utilizados como substitutos da ração industrial no cultivo familiar de camarões, pois apresentam bons indicadores de sustentabilidade socioambiental e qualidade nutricional, como o baixo custo na produção, a ausência de aditivos e conservantes, o aproveitamento de resíduos gerados pela comunidade, além da possibilidade de melhoria da qualidade de vida dos pescadores, cuja atividade está cada vez mais ameaçada pelo desenvolvimento da pesca comercial.

O cultivo orgânico desses animais agrega valor comercial ao produto, além de possibilitar a interiorização do cultivo de camarões orgânico nos moldes da produção familiar, uma vez que utiliza espaços físicos disponíveis, inclusive fora das áreas historicamente ocupadas pela atividade. A possibilidade de cultivar camarão fora desses ambientes favorece a gestão dos recursos naturais, uma vez que reduz o consumo de água, a geração de efluentes, favorece a geração de emprego e renda para grupos tradicionais socialmente excluídos das áreas atualmente ocupadas pelas fazendas de camarão. Isso retira a dependência da operacionalização da carcinicultura em ecossistemas de mangues, apicuns e áreas de encostas, reduzindo assim os impactos inerentes da atividade da carcinicultura tradicional.

No entanto é importante destacar que pesquisas como esta devem ser mais aprofundadas, com incremento de conhecimento não apenas para comunidade científica e acadêmica, mais inda para os pescadores que podem utilizar tal tecnologia para fortalecer sua atividade laboral, preservando ainda o meio ambiente, bem como sua identidade profissional e de um grupo que cada vez mais encontram-se excluídos do processo de desenvolvimento econômico promovido pesca comercial.

REFERÊNCIAS DE PESQUISA

- ABCC. Associação Brasileira dos Criadores de Camarões. Carcinicultura brasileira: estatísticas e revelações. ABCC News. Disponível em: http://abccam.com.br/site/wp-content/uploads/2013/12/Carcinicultura-Brasileira_-Estat%C3%ADsticas-e-Revela%C3%A7%C3%B5es-ABRIL-2013.pdf. Acesso em 10/10/2014.
- ABCC. Associação Brasileira dos Criadores de Camarões. Camarões Marinhos: Gestão da Qualidade e Rastreabilidade na Fazenda. 1ª Edição, Janeiro de 2005. Disponível em http://www.ongprojetocidam.org.br/arquivos_upload/CamaroesMarinhosGestaodeQualidade-Grande.pdf. Acesso em 02/10/14.
- ABCC. Associação Brasileira dos Criadores de Camarões. Cartilha de Boas Práticas de Manejo na Fazenda para Prevenir e Controlar as Enfermidades do camarão *Litopenaeus vannamei*. Recife, outubro de 2004.
- ABE, et al. Substituição da farinha de peixe por farelo de soja em dietas práticas para o camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*). Ciência Rural, Santa Maria, v.38, n.1, p.219-224, jan-fev, 2008.
- AUDELO-NARANJO, et al. Culture of white shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) with zero water exchange and no food addition: an eco-friendly approach. Lat. Am. J. Aquat. Res., 40(2): 441-447, 2012.
- ALATORRE-JACOME, et al, Aquaculture Water Quality for Small-Scale Producers. Aquaculture and the Environment - A Shared Destiny. Ed: Dr. Barbara Sladonja, Published online 22, December, 2011.
- ALVES-COSTA, F.A. COSTA, R. C. Níveis de metais pesados no camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Crustacea, Decapoda) na enseada de Ubatuba, Ubatuba, São Paulo. Rev. Biociên., Taubaté, v.10, n. 4, p. 199-203, out./dez. 2004.
- ALONGI, D. M., Lindsay, F. T.; Trott, A. Rates and pathways of benthic mineralization in extensive shrimp ponds of the Mekong delta, Vietnam. Aquaculture, v.175, p.269-292, 1999.
- AVNIMELECH, Y.; Ritvo, G. Shrimp and fish pond soils: Processes and management. Aquaculture, v.220, p.549-567, 2003.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. Washington D.C.: AOAC, 1018 p, 2000.
- BARBIERI JÚNIOR, R. C.; OSTRENSKY NETO. A. Reprodução, maturação e larvinicultura. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2001.
- BOAVENTURA, S.F et. al. Índices de contaminação de metais traço em encostas, manguezais e apicuns, Madre de Deus, Bahia. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 30, n. 4, p. 631-639, 2011.

BOYD C. E.; TUCKER, C. S. Pond aquaculture water quality management. Boston: Kluwer Academic Publisher, 1998, 700p.

BOYD, C. E. Guidelines for aquaculture effluent management at the farm-level. Aquaculture. p. 101 – 112, 2003.

BRASIL. Política Nacional do Meio Ambiente. Lei nº 6.938, de 31 e 3 agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm. Acesso em: 28/12/2013.

BRASIL. Código Florestal. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em 28/12/2013.

BRASIL. Decreto nº 89.336, de 31 de janeiro de 1984. Dispõe sobre as Reservas Econômicas e Áreas de Relevante Interesse Ecológico, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D89336.htm. Acesso em 28/12/2013.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 004, de 18 de setembro de 1985. Dispõe sobre as Reservas Ecológicas as formações florísticas e as áreas de florestas de preservação permanente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res85/res0485.html>. Acesso em 28/12/2013.

BRASIL, Resolução CONAMA nº 312, de 10 de outubro de 2002. Dispõe sobre o licenciamento ambiental dos empreendimentos de carcinicultura na zona costeira. Publicada no DOU nº 203, de 18 de outubro de 2002, Seção 1, páginas 60-61.

BRASIL, Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011 Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil, de 5 de outubro de 1988. Brasília. DF: Senado; 1988. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em 11 de jun de 2013.

BRASIL, Diagnóstico da Carcinicultura do Ceará - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Ministério do Meio Ambiente, 2005. Net. Disponível em

<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/0B19D3B1/DIAGDACARCINICULTURACEARA.pdf>. Acesso em 10/08/2013.

BRASIL. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE. Aqüicultura e pesca: camarões. Relatório Completo. Estudo de Mercado SEBRAE/ESPM, Setembro de 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Manual integrado de vigilância, prevenção e controle de doenças transmitidas por alimentos / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2010. 158 p.: il. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa Nº 53, de 2 de Julho de 2003. Dispõe sobre o Regulamento Técnico do Programa Nacional de Sanidade de Animais Aquáticos. Disponível em: <http://www.crmvgo.org.br/legislacao/pescado/INM00000053.pdf..> Acesso em 16/10/2014.

CAMBOIN, el al. Níveis de inclusão de carboidrato solúvel em dietas para camarão branco do pacífico (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931). *Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringá*, v. 33, n. 4, p. 359-364, 2011.

CAMPOS, H. *Estatística Experimental Não-Paramétrica*, Piracicaba, 1979.

CAMPOS *et al.* Toxicidade água da amônia, nitrito e nitrato sobre os juvenis de camarão rosa *Fanfatepenaeus brasiliensis* (Latrielle, 1817) (Crustacea: Decapoda). *Atlântica*, Rio Grande, 34(1) 75-81, 2012.

CARVALHO, I. T. *Microbiologia dos alimentos*. Recife, EDUFRPE: 2010.

CECCHI, Heloísa Márcia; *Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos*. São Paulo; Editora Unicamp; 2007.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. NORMA TÉCNICA L5.406 Coliformes termotolerantes: Determinação em amostras ambientais pela técnica de tubos múltiplos com meio A1 - método de ensaio. Jun/2007.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. NORMA TÉCNICA L5.306 3ª 14 páginas Determinação de Clorofila a e Feofitina a: método espectrofotométrico. Edição Fev/2014.

CAPISTRANO SOBRINHO, D. Estudo do crescimento, estabilidade física, química e termogravimétrica com rações para camarões marinho *Litopenaeus vannamei*. Dissertação (Mestrado). Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, 2011.

COUTINHO, Diogo Azevedo. Aspectos da toxicocinética do mercúrio em camarões de cultivo *Litopenaeus vannamei*. Dissertação (Mestrado) Ciências Biológicas (Biofísica). Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.

COSTA, et al. Produção de ortofosfato, amônia, nitrito e nitrato no cultivo de *Litopenaeus vannamei* utilizando dietas com diferentes níveis de proteína vegetal e animal. B. Inst. Pesca, São Paulo, 34(2): 303 - 310, 2008.

CUZON G. et al. Nutrition *Litopenaeus vannamei* reared in tanks or in ponds/Aquicultura 235 (2004) 513-551.

DANIEL, W. W. *Applied Nonparametric Statistics*, Houghton Mifflin Co. Boston, 1978.

DANELON, J. R. B. et al. Análise do nível de Fósforo Total, nitrogênio amoniacal e cloretos nas águas do córrego Terra Branco no Município de Uberlândia-MG. Rev. Geonorte, Edição Especial, V.1, N.4, p.412 – 421, 2012.

DIAS, et.al. Conflitos Socioambientais: O caso da carcinicultura no complexo estuarino Caravelas - nova Viçosa/Bahia-Brasil L Ambiente & Sociedade _ São Paulo v. XV, n. 1 _ p. 111-130 _ jan.-abr. 2012.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1998, 575p.

FAO. United Nations Food and Agriculture. International Principles for Responsible Shrimp Farming. Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific (NACA). Bangkok, Thailand. 20 pp. FAO/NACA/UNEP/WB/WWF, 2006. Disponível em http://www.pnuma.org.br/admin/publicacoes/texto/Principios_Internacionais_Carcinicultura_Responsavel.pdf. Acesso em 10/12/2013.

FARIAS, T.D. Aspectos gerais da política nacional do meio ambiente – comentários sobre a Lei nº 6.938/81. Disponível em <http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/anexos/26875-26877-1-PB.pdf>. Acesso em 11 de fevereiro de 2014.

FAVERO et al., Sulfitos: importância na indústria alimentícia e seus possíveis malefícios à população. Segurança Alimentar e Nutricional, Campinas, 18(1): 11-20, 2011.

FERREIRA, V. A., MAGALHÃES, R. Nutrição e promoção da saúde: perspectivas atuais. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 23(7):1674-1681, jul, 2007.

FERREIRA, N. Aplicação do Índice da Qualidade da Água (IQA) como apoio a carcinicultura marinha. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Aquicultura, UFSC, 2009.

FIORUCCI, A. R. BENEDETTI FILHO, E. A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos. Química e sociedade. Química Nova na Escola. Nº 22, Novembro, 2005.

FOLCH, J., LESS, M., & STANLEY, S.A., 1957. Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226, 497-509.

FIGUEIRÊDO, M. C. B, et al. Impactos Ambientais da Carcinicultura de Águas Interiores. Eng. Sanit. e Ambient. 231s. Vol.11 - Nº 3 - jul/set 2006, 231-240.

FURTADO, et al. Suplementação de taurina em dietas com duas concentrações proteicas para pós-larvas de camarão-branco-do-pacífico. Rev. Bras. Zootec., v.39, n.11, p.2330-2335, 2010.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. Microbiologia dos Alimentos, Editora Atheneu, 1996. (4a reimpressão);

GÓES, et al. Uso do metabissulfito de sódio no controle de microorganismos em camarões marinhos *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). Acta Sci. Biol. Sci. Maringá, v. 28, n. 2, p. 153-157, April/June, 2006.

GONÇALVES. P.M.R, O pescado e as bactérias do seu meio ambiente Hig. aliment; 18(116/117):29-32, jan.-fev. 2004.

GRANJA RUSSO, A. D. P. Produtividade Primária do Biofilme em cultivo de camarões marinhos *Farfantepenaeus paulensis* e *Litopenaeus vannamei*. Dissertação (Mestrado em Aquicultura), Fundação Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande, 2008.

GUIMARÃES, J. S. Efeitos da atmosfera modificada e metabissulfito de sódio sobre as aminas biogênicas em camarão refrigerado (*Litopenaeus vannamei*; Boone, 1931). Dissertação de Mestrado em Ciências e Tecnologia em Alimentos), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

GUERRA, L. D.S. Análise da insegurança alimentar e nutricional e fatores associado em domicílios com adolescentes de municípios da área de abrangência da BR 163 - Mato Grosso, Brasil. Dissertação – Mestrado, Universidade Federal do Mato Grosso, 2011. 176 f.

HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Tratamento de efluentes de carcinicultura por macrófitas aquáticas flutuantes. Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, n.2, p.181-188, 2008.

IUNES, R. S. Avaliação da Influência do Meio Ambiente na fase berçário da Imunidade Inata de Camarões *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, 2013.

JIMÉNEZ-MONTEALEGRE, R.; Verdegem, M. C. J.; Van Dam, A.; Verreth, J. A. J. Conceptualization and validation of a dynamic model for the simulation of nitrogen transformations and fluxes in fish ponds. Ecological Modelling, v.147, p.123-152, 2002.

JURAS, I. A. G. G. M. Ecossistemas Costeiros e Marinhos: Ameaças e legislação e nacional aplicável. Câmara dos Deputados. Consultoria Legislativa. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados, Brasília – DF, 2012.

KASPER, D. et al. Mercúrio em Peixes – Fontes e Contaminação. Ecol. Bras., 11 (2) 228-239, 2007.

KUBITZA, F. Sistemas de recirculação: sistemas fechados com tratamento e reuso de água. Panorama da Aqüicultura, Rio de Janeiro, v. 16, n. 95, p. 15-22, mai./jun. 2006.

KUBITZA, Fernando. Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões. Jundiaí, 2003.

KRUMMENAUER, D. et al. Cultivo de camarões marinhos em sistema de bioflocos: análise da reutilização da água. Atlântica, Rio Grande, 34(2) 103-111, 2012.

LACERDA, L. D., SANTOS, J. A., MADRID, R. M. Copper emission factors from intensive shrimp aquaculture. Marine Pollution Bulletin, 52: 1823-1826. 2006.

LEITÃO, R.C. et. al., Reuso da água da despesca na produção de camarão. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.15, n.12, p.1314–1320, 2011.

LEHMANN, E. L. & D'abrera, H. J. M. *Nonparametric: Statistical Methods Based on Ranks*, Holden-Day, San Francisco, 1975.

LILLIEFORS, W. H. *On The Kolmogorov-Smirnov Test for Normality with Mean and Variance Unknown*, JASA, 62 (1967), 399-402.

LILLIEFORS, H. (June 1967). "On the Kolmogorov–Smirnov test for normality with mean and variance unknown", *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 62. pp. 399-402.

LUTZ, I. A. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985.

MAICÁ *et al.* Effect of salinity on performance and body composition of Pacific white shrimp juveniles reared in a super-intensive system. R. Bras. Zootec., 43(7):343-350, 2014.

MACÊDO, J. A. B. Águas e Águas. Aqüicultura. 3 ed. e rev. Belo Horizonte – MG: CRQ-MG, 2007.

MAGALHAES, M.E.S. Cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) em sistema multifásico /Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Pesca. 2004.

MARTINS & FERNANDES: Biomassa e Composição elementar perifítica no alto rio de Santa Maria da Vitória, Espírito Santo, Brasil. Braz. J. Aquat. Sci. Technol., 2011, 15(1): 11-18.

MELO, M.J.G. Desenvolvimento e Meio Ambiente. Curso superior de Tecnologia em Gestão Ambiental. Centro Federal de Educação Tecnologia de Pernambuco – CEFET-PE. Coordenação de Tecnologias Educacionais e Educacionais a Distância – CECAD, 2008.

MEIRELES, A.J. A. Danos socioambientais na zona costeira cearense. In: HERCULANO, S.; PACHECO, T. (Org.). *Racismo ambiental*. Rio de Janeiro: FASE, 2006. p. 73-87.

MENDES, et al. Aclimação do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) à água doce com diferentes estratégias de alimentação e calagem. *Acta Sci. Anim. Sci. Maringá*, v. 28, n. 1, p. 89-95, Jan./March, 2006.

MIRANDA, F. R.; Tavares, R. C.; Lima, R. N.; Crisóstomo, L. A. Uso de efluente da carcinicultura de águas interiores na irrigação de arroz e melão. Fortaleza: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Agroindústria Tropical, n.28, 2007. 23p.

MOSCHINI-CARLOS, V. Importância, estrutura e dinâmica da comunidade periférica nos ecossistemas aquáticos continentais. Pompêo, M. L. M. (Ed.) *Perspectivas na Limnologia do Brasil*, pp. 91-103, 1999. Capítulo 6. Disponível em <http://www.ib.usp.br/limnologia/Perspectivas/arquivo%20pdf/Capitulo%206.pdf>. Acesso em 28/09/2014.

NEVES et al. Reutilização da água em sistema de recirculação na fase de berçário para adaptação do camarão branco do Pacífico *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931) à água doce. *R. Bras. Agrociência*. Pelotas, v.13, n.4, p.547-550, out-dez, 2007.

NOGUEIRA, et al. O agronegócio do camarão: processo de trabalho e riscos à saúde dos trabalhadores no município de Aracati/Ceará* *Rev. Bras. Saúde Ocup*, São Paulo, 34 (119): 40-50, 2009.

NUNES, A. J. P. O impacto da temperatura no cultivo de camarões marinhos. *Revista da ABCC*, Recife, v. 4, n. 1, p. 43-48, 2002.

NUNES, A. J. P. MADRI, R. M.; ANDRADE, T. P. Carcinicultura marinha no Brasil: passado, presente e futuro. *Panorama da Aquicultura*, n.124, 2011.

NUNES, E. M. C. G. Micobiota fúngica nos ingredientes e em ração comercial para piscicultura. Dissertação (mestrado), UFPI, 2009.

OSTRENSKY, A. BORGHETTI, J. R. SOTO, D. (EDITORES). Estudo Setorial para a consolidação de uma Aquicultura Sustentável no Brasil/ Grupo Integrado de Aquicultura e estudos Ambientais (GIA). – Curitiba, 2007.

OSTRENSKY, A. BORGHETTI, J. R. SOTO, D. (EDITORES). *Aqüicultura no Brasil: o desafio é crescer* / Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO). 276 p. Brasília, 2008.

PILLAY, T. V. R. *Aquaculture: principles and practices*. 1th. Oxford: Fishing News Books, 1990.

PIEDRAS, S. R. N. et al. Toxicidade aguda da amônia não ionizada e do nitrito em alevinos de *Cichlasoma facetum* (JENYNS, 1842) Ciênc. agrotec., Lavras, v. 30, n. 5, p. 1008-1012, set./out., 2006.

PONTES, et al. Substituição de ração no crescimento de juvenis do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* em laboratório. Rev. Caatinga, Mossoró, v. 23, n. 1, p. 121-126, jan.-mar., 2010.

RASOLOFO, M. V. Use of mangroves by traditional fishermen in Madagascar, Mangroves and Salt Marshes, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, vol. 1:243–253, 1997.

REDIN, E.; SILVEIRA, P.R.C. Política ambiental brasileira: limitações e desafios. Cad. de Pesq. Interdisc. em Cienc. Hum., Florianópolis, v.13, n.103, p.163-188, ago/dez 2012.

REIS, J. A. T. MENDONÇA, A.S.F. Análise técnica dos novos padrões brasileiros para amônia em efluentes e corpos d'água. Eng. Sanit Ambient | v.14 n.3 | jul/set 2009 | 353-362.

ROCHA, I. P. ROCHA, D.M. Análise da produção e do mercado interno e externo do camarão cultivado. Associação Brasileira de Criadores de Camarão – ABCC. Disponível em: http://abccam.com.br/site/wp-content/uploads/2011/03/3_Analise_da_Producao_Mundial_do_Camarao_-_RevistaFINAL.pdf. Março de 2011.

RODRIGUES, et al. Influência da qualidade da água da criação heterotrófica do camarão *Litopenaeus vannamei*. Química: ciência, tecnologia e sociedade (ISSN: 2317-4978) Vol. 2, No. 1, 2013.

SAMPAIO, Y.; COSTA, E. F.; ALBUQUERQUE, E.; SAMPAIO, B. R. Impactos socioeconômicos do cultivo de camarão marinho em municípios selecionados do Nordeste brasileiro. Rev. de Economia de Sociologia Rural, v.46, n.4, p.1015-1042, 2008.

SAMPAIO, L. A.; TESSER, M. B.; WASIELESKY JÚNIOR, W. Avanços da maricultura na primeira década do século XXI: piscicultura e carcinicultura marinha. Rev. Bras. Zoot., v.39, p.102-111, 2010.

SEIXAS, T.G., KEHRIG, H. A. *O selênio no meio ambiente*. Rev. Oecol. Bras., 11 (2): 264-276, 2007.

SEVILLA, B. B. RAMIREZ, L. F. B. RODRIGUEZ, M. H. Intensive Culture of *Litopenaeus vannamei* BOONE, 1931, in a recirculating seawater system. Ciências Marinas. Marzo ano vol. 30, número 1B. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Mexico. pp 179-188. 2004.

SILVA, M.A.B et al. Características estruturais de bosques de mangue do estuário do rio São Mateus, ES, Brasil. Acta bot. bras. 19(3): 465-471. 2005.

SILVA, E. O. Utilização de ingredientes vegetais em substituição da proteína animal, em rações para o camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). / Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) - Universidade Federal Rural de Pernambuco / 2006.

SILVA, M. M. Análise estatística das variáveis de manejo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), na fase berçário / Dissertação (Mestrado em Biometria e Estatística Aplicada) Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Estatística e Informática, 2009.

SILVA, M.P.; CAVALLI, D.R. e OLIVEIRA, T.C.R.M.. Avaliação do padrão coliformes a 45°C e comparação da eficiência das técnicas dos tubos múltiplos e Petrifilm EC na detecção de coliformes totais e *Escherichia coli* em alimentos. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* [online]. 2006, vol.26, n.2, pp. 352-359. ISSN 1678-457X.

SILVA, C. F. Análise da qualidade nutricional do biofilme. Dissertação (Mestrado) Aquicultura. Fundação Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande, 2006.

SIQUEIRA, R.S. Manual de microbiologia de alimentos. Brasília: EMBRAPA, 1995.

SOARES, D. C. 2011. Crustáceos. Texto publicado no site do Grupo Ecologia e Fisiologia de Animais Aquáticos. Disponível em:
<http://www.geefaa.com/crustaceos.php>. Acesso em 08/10/14.

SOARES, KMP, GONÇALVES, AA. Qualidade e segurança do pescado. *Rev Inst Adolfo Lutz*. São Paulo, 2012; 71(1):1-10.

SHAPIRO, S. S.; Wilk, M. B. (1965). "An analysis of variance test for normality (complete samples)". *Biometrika* 52 (3-4): 591-611. doi:10.1093/biomet/52.3-4.591

SHIAU, S.Y. Nutrient requirements of penaeid shrimps. *Aquaculture*, v.164, p.77-93, 1998.

SHIAU, S.Y.; CHOU, B.S. Grass shrimp, *Penaeus monodon*, growth as influenced by dietary taurine supplementation. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, v.108, p.137-142, 1994.

SLADECKAVA, A. Limnological investigation methods for the periphyton ("Aufwuchs") community. *Botanical Review*, USA, v. 28, n.2, p.286-350, 1962.

STONE, N. M. THOMFORDE, H. K. Understanding Your Fish Pond Water Analysis Report. Cooperative Aquaculture/Fisheries Extension Program. University of Arkansas at Pine Bluff. United States Department of Agriculture, and County Governments Cooperating, 2013. Disponível em:
<file:///C:/Users/NathienePatr%C3%ADcia/Desktop/mestrado/Arigos%20novos/Understanding-Your-Fish-Pond-Water-Analysis-Report.pdf>. Acesso em 04/03/2015.

TACON, A.G.J. Thematic review of feeds and feed management practices in shrimp aquaculture. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO

Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. Work in Progress for Public Discussion. Kaneohe, HI, USA: Consortium, 2002. 69p.

TACON, A.G.J. The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp – A training manual. The essential nutrients. Brasília: FAO, 1990. 117p.

TURNER, R. E. Intertidal vegetation and commercial yields of penaeid shrimp. Transactions of the American Fisheries Society, v.106, p.411- 416, 1977.

THURMAN, H. V. Introductory Oceanography. 8th ed. Saddle River, New Jersey: PRENTICE HALL, 1997. 544 p.

UBIRATAN DE FREITAS, et al. Influência de um cultivo de camarão sobre o metabolismo bêntico e a qualidade da água. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.12, n.3, p.293–301, 2008.

VALENTI, W. C. Avanços e Desafios Tecnológicos para a Sustentabilidade da Carcinicultura. Anais da 49ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Brasília – DF, 23 a 26 de Julho de 2012.

VELASCO, M.; Lawrence, A.L.; Castiile, F.L.; Obaldo, L.G. (2000). Dietary protein requirement for *Litopenaeus vannamei*. In: Avances en Nutrición Acuicola, 5; Memórias Del Simposium Internacional de Nutrición Acuicola. México. Anais ..., México, p.20.

VINATEA, L. A. Princípios químicos da qualidade da água em aquíicultura: uma revisão para peixes e camarões. 1. ed. Florianópolis: UFSC, 1997.

VIRGA, R. H. P. et al. Avaliação de contaminação por metais pesados em amostras de siris azuis. Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas, 27(4): 779-785, out.- dez. 2007.

XIMENES, et al. Recuperação da Carcinicultura Nordestina Pós-crise. Informe Rural ETENE (Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste) Banco do Nordeste do Brasil. Ano V, Nº 15 – Setembro de 2011.

ZELAYA, et al. Effects of Water Recirculation on Water Quality and Bottom Soil in Aquaculture Ponds. In: A. Gupta, K. McElwee, D. Burke, J. Burright, X. Cummings, e H. Egna (Editors), XVIII Relatório Técnico Anual. Pond Dynamics / aquíicultura CRSP, Universidade do Estado de Oregon, em Corvallis, Oregon, 2001.[pp_____].